



# A MAI VILÁG KÉPE

# A MAI VILÁG KÉPE

SZERKESZTETTE

*KORN/S GYULA, GRATZ GUSZTÁV  
HEGEDŰS LÓRÁNT, CSŰRÖS ZOLTÁN*

IV. KÖTET  
TERMÉSZETTUDOMÁNY  
ÉS TECHNIKA



KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA BUDAPEST

# TERMÉSZETTUDOMÁNY ÉS TECHNIKA

SZERKESZTETTE  
CSÚRÖS *ZOLTÁN*

AZ ORVOSTUDOMÁNYI RÉSZT SZERKESZTETTE  
*VÁMOSSY ZOLTÁN*



KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA BUDAPEST

Kiadásért felelős : Máté Károly.

36.665. — Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest. (F.: Thiering Richárd.)

# A MAI VILÁG KÉPE

## IV. KÖTETÉT ÍRTÁK

CSÚRÖS ZOLTÁN  
GORKA SÁNDOR  
GRÓH GYULA  
KELEN BÉLA  
BÁRÓ KORÁNYI SÁNDOR  
KOTSIS IVÁN  
MANNINGER VILMOS  
MISÁNGYIVILMOS  
PATTANTYÚS Á. DÉNES  
POGÁNY BÉLA  
RÁCZ ELEMÉR  
SCHANDL JÓZSEF  
SURÁNYI JÁNOS  
TANGL KÁROLY  
VARGA JÓZSEF  
VÁMOSSY ZOLTÁN  
VUK MIHÁLY

# BEVEZETÉS

ÍRTA

CSÚRÖS ZOLTÁN

PARADICSOMBÓL ŪZETETT KI, vagy a fák tetejéről szállt le, hogy első bizonytalan 'lépteit tegye meg a földön, nem tudjuk. De az biztos, hogy első ember-ösünk egyedül és védtelenül állott a környező világ ezernyi nyílt és leselkedő veszélye előtt. Takaratlan testét nem védte semmi hideg csípése, tüskék szúrása és rovarok támadása ellen. Hajléka fák odva és barlangok mélye volt, ahová reszketve menekült pusztító viharok és támadó vadállatok elöl. Állatoktól tanulta meg, hogy melyik növény ehető és elhullott dögök húsát kóstolgatta, míg irigykedve áhítozott a vastag prémbundák védelme után.

Hogy mikor élt az első ember a földön, hány ezer, vagy tízezer esztendővel ezelött, tálán soha nem lesz ismeretes elöttünk. De emberöltökben nem olyan nagyon régen. Ha meggondoljuk, hogy 30—35 esztendőre becsülhető egy emberöltő, akkor a harmincadik ösünk ezer évvel, a háromszázadik tízezerrel élt elöttünk. Ez pedig olyan idő, amit a teljes ismeretlenség homályos köde takar el előliünk. Tálán éppen ő volt, századik, vagy háromszázadik ösünk, aki olyan gyámoltalanul és védtelenül állott a világban, hogy szinte biztos pusztulás várt rá.

Pusztulás helyett, pár száz emberöltő alatt, hatalmába kerítette a világot. Mert már első tántorgó léptei felett vigyázott agyveleje, ami a világ urává emelte. Ez gyűjtötte a tapasztalatokat, vezérelte hunyorgó szemét és tapogató kezét, formálta torkából kitörő hangjait. Megtanította, hogy fegyvere legyen a markába szorított husáng és az elhajított kő. Gyakorlatlan kezét ez kényszerítette újabb és újabb próbálkozásokra, míg át tudta alakítani a természet ajándékait. Az agyvelőben fészkelő emberi szellem, a tapasztalat útján szerzett ezernyi benyomást rendszerezve, új utakra ösztökélte az emberiséget, rávezetve sok apró fogásra, amelyek segítségével biztosabbá és kényelmesebbé tehetette életét. A természet jelenségeinek megismerése, sza-

bolyainak és törvényeinek megtanulása vezették arra a tudásra, amivel egyre több segítséget és hatalmat szerzett.

Teste nem volt már védtelen. Állatok bőre és prémje, növényi anyagok serege kényszerült arra, hogy védő takarója legyen. Tápláléka egyre biztonságosabb lett a célszerűen természetett növényekkel és maga köré szoktatott állatokkal. Megtanult hajlékot építeni magának, eltanulta a tűzcsinálás titkát és a természet tárgyainak átalakítását. Munkára fogta házi állatait, a víz erejét, a szelet. Szaporodó ivadékainak egyre több tapasztalatot, tudást adott örökségül, egyre merészebben akart úrrá válni mindenben. Tudta, hogy egyszer feltárul előtte minden titok. Érezte, hogy ismerni fogja az anyag belső rejtélyeit, hogy kezébe keríti az ég villámain, hogy repülni fog, mint a madár.

És mindezt pár száz emberöltő alatt. Mert a fejlődés, emberöltőkben mérve, rendkívül gyors. Bár közben voltak szünetek, sőt hanyatlások, amikor zord időjárás, pusztító háborúk, vagy emberirtó járványok újra visszakényszerítették azokat a kezdetlegesebb életformákba, amiken egyszer már túlhaladt. De mindig újra kezdte, soha nem fáradt bele a kíváncsi keresésbe, egyre öntudatosabban akart újat és jobbat a régi helyén. Jobbat mindenben, ruhában, élelemben, lakásban, közlekedésben, sőt kényelemben és szórakozásban is. Egyre inkább ki akart kerülni testi és szellemi barlangokból, ki a szabad, napfényes életbe. Le akarta győzni a halált, ami ott leselkedett gyermekei bölcsőjétől kezdve késő öregkorukig, hogy minden lehető alkalommal orvul csapjon le rájuk, idő előtt ragadja őket magukkal. Le akart küzdeni távolságot és időt és ki akart szabadulni azokból a bilincsekből, amikbe a természet kényszerítette. Nem akart éhezni, fázni, nélkülözni többet, nem akart félni vihartól, villámtól és betegségektől és hogy úrrá lehessen rajtuk, elkezdte kémlelni őket, kifürkészve titkaikat.

Ezen az úton szellemi ereje vezette. Az az erő, ami látássá formálta a nézést, megfigyeléssé a látást, tapasztalatokká a megfigyelést. Ami gondolatokat termelt, ami kitörésre készítette a természet utánzásából. Ami gyámoltalan kezéből ezernyi ügyeskedés alkalmas végrehajtóját finomította ki. Ami megtanította arra, hogy szándékos beavatkozással, készen kapott anyagokból valami mást, alkotást, művet hozzon létre.

Mű létrehozására való képessége, mint szellemi erejének következménye és testi felépítésének folyománya, volt minden fejlődésének alapja. Ez adta kezébe valamikor védekező buzogányát és lepattogtatott kődarabból készülő baltáját, ma az orvostudomány ezernyi csodás műszerét, hogy mindezekkel életét védje meg. Művek alkotásának, a művészetnek tudománya volt alapja

annak a hatalomnak, amivel növények és állatok felett uralkodott, amivel kikerült a mindennapi éhség és halál veszélyéből. Ezzel szabadult fel szellemi képessége hétköznapi bilincseiből, hogy a villámtól való állati rémületét Istenben váló hitté, minden idegentől való félelmét emberszeretetté és párját kereső ösztönét szerelemmé nemesítse. Ez rendezte gondolatait bölceletté, tapasztalatait tudománnyá és érzéseit szeretetté. Ez alakította át az állati sorban tengődő kétlábú teremtményt emberré.

Művesség, vagyis művek létrehozására való képesség az alapja az újabb és jobb keresésének, az alkotásnak. Alapja az általuk, vagy segítségükkel szerzett ismereteknek, a műveltségnek, a polgárosodásnak, a művészeteknek, tudománynak. Alapja az erkölcsi erőnek, a lelki tulajdonságoknak, ami megóvta attól, hogy kényelemben és jólétben eltunyuljon, elpuhuljon. És ami az ember legszebb és legnemesebb szellemi képességeit fejt ki akkor, amikor újat és jobbat hoz létre. Mert nem bámulatos és tökéletes szellemi, emberi alkotás-e a villany fénye, egy gép teste, nem remekművekkel vetekedő művészi alkotás-e egy híd íve, egy épület nemes alakja, nem minden más szellemi működéssel legalábbis egyenrangú megálmodni és megvalósítani pusztító betegségeink gyógyszereit, vagy hegyeket elmozdító robbanószereinket és annyi más művészeti, műszaki alkotást.

A közben eltanult szabályokból és törvényszerűségekből alakult ki a tudomány. Az emberi agyvelő alkotása, de nevelője is. Sok nagy művelője volt egyúttal úttörője a gondolkodás módszereinek, a bölceletnek és ezzel nevelője az ember szellemi képességeinek, irányítója gondolatainak. *Aristoteles*, *Cartesius*, *Verulami Bacon* talán éppen tudományos ismereteik alapján tudtak elhatározó irányítást adni az emberi gondolatoknak. És a fegyelmezettebb, gyakorlottabb, felkészültebb agyvelő nagyobb eredményeket tudott elérni a természet titkainak feltárásában és az eredmények továbbadásában, a tanításban. Ennek köszönhető az a rohamos haladás, ami az újabb évtizedek eredménye.

Gyermekkoromban vidékeken még megbámult újdonság volt a vasút, a villany, egyidős velünk a repülőgép, a gépkocsi, a rádió, valamint sok más, természettudományi ismereteken alapuló technikai alkotás. A fizika és a kémia csodás új világok küszöbét lépte át, kitágítva látóhatárainkat, végtelen távlatokat jyyítva. Olyan lehetőségek, fejlődések előtt állunk, amelyek átalakíthatják egész életünket, szokásainkat, gondolkodásunkat. Hogy a fejlődés gyors lesz-e, vagy lassú, nem következik-e megállás, vagy hanyatlás, az rajtunk múlik. Ismeretesek azok a szabályok, amelyek követésével nyílnak



meg a további utak, hogy élünk-e velők, vagy sem, józan ítélőképességünkön múlik. De az emberiség mindig kitermel olyan emberréteget, amelyik vállalja a további úttörés fáradalmait és kockázatait, nem utolsó sorban azért a megnőtt hatalomért, amit elérhet vele.

Nemrég még kedvtelés, vagy szenvedély volt a természet titkainak keresése. Ma jól felszerelt intézetek egész sora hivatásszerűen végzi ezt a munkát, olyan anyagi erők megmozgatásával, amit embermilliók büszke öntudattal nem áldoztatnak, hanem szükséges befektetésnek tekintenek. A kutató munka eredményeképpen hosszabbodott meg az átlagos emberi élet, szelídült meg sok pusztító kór, élhet a ma szegényebb embere is olyan körülmények közt, amilyenekről előző korok hatalmasai hiába álmodoztak volna. *Mátyás* király minden hatalma és gazdagsága nem tudta elérni azt a jól fűtött szobát, az élet, utazás, vagy ruházkodás olyan kényelmét, ami ma szinte mindenki által elérhető.

A megismerésen alapuló természettudomány és a műszaki alkotásokat létrehozó technika helyzetével a művelt emberiség nagy szeretettel és érdeklődéssel foglalkozik, tudva, vagy érezve, hogy az eddigi eredményeket felülmúló, további lehetőségek küszöbén állunk. Szinte csak most mondtuk ki a bűvös varázsigt, ami feltárta előttünk rejtekhelyét olyan csodás kincseknek, amiket ámulattal káprázó szemünk még belátni sem tud.

A természettudományok és a műszaki alkotások felett egy kis áttekintést óhajt nyújtani ez a kötet. A kép természetesen nem teljes, hiszen erre egész könyvtárak sem vállalkozhatnak. Nem terjeszkedhet ki mindenre, nem lehetnek benne adatok, részletek, hanem elsősorban a fontosabb terekről és irányokról kíván betekintést nyújtani. Általános képet arról, milyen irányokban keresgél, milyen utakon ér el eredményt az a tudomány, aminek olyan sokat köszönhetünk.

Születtünk, élünk és meghalunk, életünk egész folyamán egészségünk szűk mesgyéjén haladva, amit betegségek és a halál szakadécai határolnak. Egész életünkben rászorulunk az egészség és élet, a gyógyítás tudományára és az orvosokra. Ezekről nyújt képet a kötet első része, amelyben *Gorka Sándor* az élettan mai helyzetéről, az öröklés törvényszerűségeiről és az élet fejlődéséről, *Korányi Sándor* a természettudomány és a gyógyászat összefüggéseiről, *Manninger Vilmos* a sebészet kialakulásáról és fejlődéséről, *Vámossy Zoltán* a betegségek gyógyszeres befolyásolásáról és *Kelen Béla* a sugárzásoknak az orvostudományban való szerepéről tudósít.

Életünk fenntartására szükségünk van táplálékra, amit növénytermesz-  
tással és állattartással fedezünk, lakásra, ruházkodásra, felhasználjuk a köz-  
lekedés eszközeit, hogy javainkat kicserélhesük és utazhassunk. A fizika és  
kémia újabb megismeréseit alkalmazzuk életünk minden vonalán, nemzetek  
és világrészek sorsát megszabva és átalakítva. A kötet második részében  
ezekről számolnak be a különböző fejezetek szerzői. *Kotsis Iván* arról, hogy  
mit nyújtott az építészet az embernek, *Vük Mihály* az élelmezés kérdéseiről,  
*Surányi János* a mezőgazdasági növénytermesztés mai vezető eszméiről,  
*Schandl József* az állattenyésztés tudományos irányairól. A közlekedés újabb  
eredményeit *Pattantyús A. Dénes*, a légi közlekedést *Rácz Elemér* ismer-  
teti. Boldogult *Tangl Károly* a kozmikus sugárzás, *Pogány Béla* a fizika fon-  
tosabb kérdéseinek mostani helyzetéről ír. *Misángyi Vilmos* az ipar mai  
törekvéseiről és eredményeiről, *Varga József* a vegyészetnek a nyersanyag-  
gazdálkodásban való szerepéről, *Gróh Gyula* a szerves kémia mai  
helyzetéről készítettek tanulmányt. Végül *Csűrös Zoltán* ruházkodásunk régi  
és új alapanyagait ismerteti.

A kötet szerkesztésének nagy munkáját dr. h. c. *Schimanek Emil* mű-  
egyetemi tanár kezdte el. ő osztotta be az anyag legnagyobb részét, ő kérte  
fel a munkatársak legtöbbjét. Súlyos elfoglaltsága akadályozta meg abban,  
hogy a szerkesztést befejezhesse. így hárult rám a megtisztelő feladat, hogy  
az általa elkezdett munkát tovább folytassam és befejezzem.

A művelt nagyközönségnek óhajtottunk benne bizonyos áttekintést adni  
arról, mit köszönhet az emberiség a természettudománynak és technikának  
és mik az egyes irányok vezető gondolatai. A leírások igyekeztek könnyűek,  
népszerűek lenni. Bizonyos helyeken elkerülhetetlen volt nehezebb részlete-  
ket is érinteni, amik megértése talán nagyobb figyelmet, bővebb előzetes tu-  
dást igényel. Az általános műveltségi fok mai helyzete alapján remélni mer-  
jük, hogy ezek a részek is felkeltik a figyelmet és nem terhelik túl az olvasót,  
akinek tudása ma nagyobb nehézségek legyőzésére is vállalkozhatna.

# A MAI BIOLÓGIA VILÁGKÉPE

ÍRTA

GORKASÁNDOR

MÁR HERAKLEITOS FELISMERTE, hogy a természetben minden örök folyásban, megszűnés nélküli mozgásban, törvényszerű változásban van s így az állandóság csak ábrándos látszat. Ugyanabba a folyóba lépünk be — mondja Herakleitos — s mégsem abba érünk, mert ugyanegy folyóba nem lehet kétszer leszállani, mivel vize elfut s új nyomul a helyébe. Semmi sem marad hasonló önmagához. Minden nő és apad, megszűnik vagy más formákat ölt; mindenből lehet minden, életből halál, a halálból élet; örökké és mindenütt csak a változásnak szakadatlan folyamata az állandó.

Ilyen folyton áramló, mindig megújuló és egymással váltakozó ellentéteket és kiegyenlítéseket, harcot és harmóniát érlelő a tudomány is. De alig volt kor, melyben ez az ár oly gyorshullámú és oly széles mederben hömpölygő, sok régi, sziklaszilárdnak hitt alkotást elemi erővel magával ragadó, de egyúttal az életnek, a haladásnak új termékeny térségeket teremtő lett volna, mint a mai. Különösen a természettudomány széles területén kápráztató a lényegbe vágó átalakulás. Az exakt természettudományokban, a fizikában és kemiában a világkép oly roppant mértékben módosult, hogy az, aki kaleidószkópszerű alakulását ereje és érzékei teljes megfeszítésével úgyszólván pillanatról-pillanatra nem leste, ma nem is tud eligazodni rajta. De a biológiai tudományokban sem más a helyzet. A bámulatos kísérletek nyomán kiformalódott merőben újszerű eredmények nemcsak tudásunkat gyarapították a csodával határos mértékben, hanem a biológiai és az orvosi gondolkodásnak, sőt az örökléstan, a növény- és állatnemesítés, valamint a fajegészségtan megalapozása révén a gyakorlati életnek is új irányt szabtak.

Mach szerint *tudomány a gondolkodás alkalmazkodása a fényekhez*. Az ember csillapíthatatlan kutató ösztöne következtében az ismeretek száma egyre jobban gyarapodik, ami megszilárdítja a gondolkodást, de megváltoztatja és mássá teszi a tudományt. A tudomány tehát változik, fejlődik,

de nem szabadon, akadály nélkül, mert a tények megállapításának, búvárlatának és értelmezésének általános irányát kijelöli az, ami a tudományos köz.élelben meggyökeresedett. Ennek megfelelőleg minden kor tudományára és tudományos világlképére jellemző, hogy bár benne viszonylag elenyésző kis mértékben eltérő felfogások és módszerek is felismerhetők, mégis tagadhatatlan, hogy mindig van benne valami uralkodó vonás, ami sajátos jellemző bélyeget nyom reá és ami a tudományos közlélek alaptónusát adja meg s ami irányítja a tudományos kutatást.

A mai biológia közleikére és világlképére a tudományos biológia megalapításától egészen úgyszólván napjainkig az a mechanisztikus jelszó volt elhatározó, melyet Kepler és Kant olyképen fejezett ki, hogy *igazi megismerés csak ott lehet, ahol quantumok ismeretesek.*

Az eredetére csupán leíró biológia is akkor vált igazi tudománnyá, amikor a 19-ik század első harmadának vége táján az élő szervezetek mérhető és exakt fizikai és chemiai módszerekkel vizsgálható egységei — mondhatjuk elemi quantumai, biológiai minimumai, — a *sejtek* ismeretessé váltak. A sejtes szerkezet felismerése ledöntötte a szinte áttekinthetetlenül sokféle, csodálatosan változatos élőlények közt meredő válaszó határokat. Az élők: a növények, az állatok és az ember egy nagy egységbe olvadtak, amelynek összekapcsolója és alapja a sejt lett s most már ennek elemi életjelenségeire iparkodtak a magasabbrendű soksejtű szervezetek bonyolódott, sokrétű életét visszavezetni és megmagyarázni. A sejt ekként elemi szervezetté, a sejtek halmazából kialakult soksejtű szervezet pedig mint sejttállam, másodrendű individuummá vált. Az élet rejtélyét úgy vélték megközelíteni, hogy a sejt szervezetét és életjelenségeit egyre tovább elemezve igyekeztek a sejtben végbemenő és a soksejtű szervezetek életének is alapját alkotó folyamatokat az anorganikus világban megismert és ott nagyszerűen bevált exakt fizikai-chemiai törvényekre visszavezetni. A kor tudományos szellemével teljesen egybevágó és egyedül célravezetőnek tartott módszer valóban meglepően gazdag eredményeket szült. A számban és érdemben is egyaránt óriási arányban gyarapodó szorgos fizikai-chemiai elemzések egyre finomabb részekig és mindinkább mélyebbre hatoltak ugyan, de közben éppen a fizikai-chemiai elemzés sajátos módszerének alkalmazása következtében a szervezet egészének ideája egyre jobban elhalványult, s az egyes elszigetelt, aprólékos megismerések összefüggése és az életre jellegzetes folyamatok és szerveződések céltudatos, harmóniás egységbe kapcsolódása, ami a szervezetet igazán élő egyeddé teszi, ismeretlen maradt; ehelyett viszont

kikristályosodott az a megrendíthetetlennek vallott tény, hogy az élőlényekben ugyanazok az erők és törvények uralkodnak, mint a szervetlen, élettelen világban s ez alapon sziklaszilárd meggyőződéssé érlelődött az a remény, hogy a módszer következetes alkalmazásával, idővel a szerveződés összes folyamatai és az élet is fizikai-chemiai úton, tehát mechanikai módon megmagyarázható lesz. A letűnő század végéig csakugyan egyedül a materialisztikus-mechanisztikus felfogás volt a biológusoknak úgyszólván osztatlan meggyőződése és csak ezt a felfogást tekintették igazán tudományosnak. Az élet így hovatovább mechanisztikus problémává formálódott. E felfogás legszélsőségesebb szószólója LOEB. Szerinte a szervezetek sejtekből alkotott bonyolódott gépek, melyek kolloid-anyagokból épülnek és a fizikai és chemiai törvények szerint működnek, az élet maga pedig végeredményében nem egyéb, mint a fehérjék chemiája és fizikája.

A korszellem mechanisztikus szemléletétől sarkalva Roux, a hallei egyetem kiváló biológusa, „fejlődésmechanika“ néven egy különleges tudomány alapjait rakta le, amelynek célja a fejlődésnek, az élő lények szerveződésének, tehát egyik legjellemzőbb tulajdonságának mechanisztikus, vagyis az ok és okozat viszonyán alapuló exakt megmagyarázása. Ámde innen, ebből az egyre izmosodó kísérleti tudománykörből sarjadtak elő azok az alapvető vizsgálatok, amelyek végeredményben a sejtelmélet megváltoztatására és a biológiai világnézet gyökeres módosulására vezettek.

Roux-nak első fejlődésmechanikai kísérletei még a mechanisztikus felfogásmód igazát erősítették meg. Fejlődő békapetén végzett kísérleteivel azt iparkodott megállapítani, vajjon a megtermékenyített békapetében ki vannak-e már alakítva a fejlődő szervezet egyes szerveinek alakulását megszabó alapítékai. E célból a pete barázdálódásakor keletkező két sejt egyfejlődve a normális békaembriónak csupán egyik felét hozta létre. Az eredmény tehát a fejlődés menet mechanisztikus felfogásmódját igazolta, két izzó tüvel megsúrta, megölte s ime: a megmaradó másik élő sejt tovább. A Weismann-féle mechanisztikus elmélet szerint ugyanis a test egyes szerveinek alapítékai már a petesejtben elő vannak képezve s a fejlődés mechanikája csupán arra szorítkozik, hogy ezeket az alapítékokat a fejlődés folyamán a fejlődő csíra különböző tájaira elossa és így ezeknek sajátos, de eleve meghatározott szervekké való kialakulását meghatározza. A békapetéből fejlődő egyes sejtek e szerint csupán a petében rejlő fejlődési alapítékok tehetetlen eszközei, melyek egymásról tudomást nem véve, szorosán azon az úton haladnak, amelyet a pete osztódásakor a beléjük kerülő ala-

pítékok fizikai-chemiai törvényszerű hatásaikkal szükségképen megszabtak. DRIESCH 1891-ben megismételte Roux kísérletét tengeri sünökön úgy, hogy osztódó petéiket a kettes vagy négyes sejtszakban egyes sejtekre választotta szét és legnagyobb meglepetésére azt észlelte, hogy minden egyes sejtől egész embrió fejlődik, mely csak arányosan kisebb a teljes petéből kifejlődő rendes embriónál.

DRIESCH vizsgálatai óta számtalan gerinctelen és gerinces állaton állapított meg a fejlődésmechanika hasonló viselkedést. Hidromeduzákon többen a tizenhat sejtől álló fejlődési szakon szétválasztott barázdálódási sejteken észlelték az önálló teljes állattá fejlődést, sőt WILSON és tanítványai még meglepőbb eredménnyel végeztek hasonló kísérleteket zsinórférgeken (*Nemertina*). ők ugyanis arra az eredményre jutottak, hogy a termékenyítetlen petesejtek darabokra szakítva és a töredékeket külön-külön hímcsírasejtekkel megtermékenyítve, a töredékek valamennyijéből egy-egy teljes kicsinyített embrió fejlődik.

Az anyai testen belül fejlődő, emlősállati petén ilyen kísérleti vizsgálatokat természetesen nem végezhetek, de itt a természet maga jön segítségünkre, amennyiben egyes állatokon a természet maga létesít az előbb említett kísérletekhez hasonló elkülönítéseket. A délamerikai öves állaton (*Tatusia hybrida*) azt az érdekes jelenséget észlelték, hogy az egy alkalommal világra hozott 7—12 kölyök mindig egyféle nemű, mégpedig azért egy-nemű, mert valamennyi egyetlenegy petesejtnék szétvált részeiből fejlődik. Azóta ezt a „polyembryonia“ néven ismeretes csodálatos jelenséget más állatokon is észlelték, sőt olykor ez az embernél is előfordul. Az emberi többes szüléseknek két fajtája ismeretes. A két- vagy többpetéjű ikrek több petének egyidejű megtermékenyítéséből és fejlődéséből származnak; ezek különböző neműek lehetnek és hasonlóság dolgában olyanok, mint rendes testvérek. Az egypetéjű ikrek ellenben annak a ritka jelenségnek köszönhetik keletkezésüket, hogy ismeretlen okból az osztódó termékenyített petesejt két vagy több részre különül el s így belőle két vagy több magzat fejlődik. Az ilyen egypetéjű ikrek mindig egyneműek és rendszerint a megkülönböztethetlenségig hasonlóak is egymáshoz.

Meglepő, hogy nemcsak egy petéből fejlődhet több embrió, hanem ennek ellenkezőjét is beigazolta a kísérleti biológia, vagyis több petéből egy embrió is keletkezhet. DRIESCH-nek sikerült a tengeri sün megtermékenyített petéit összeolvasásra bírni s az ilyen egybenövesztett két petéből egy, a

rendesnél kétszerié nagyobb lárva fejlődött. Hasonló peteegybeolvasztó kísérletek más állatfajokon is hasonló eredményre vezettek.

A mechanisztikus felfogásmódnak magva tudvalevőleg az a nézet, hogy az élet és ezzel a fejlődés is végeredményben csupán kémiai és fizikai folyamatok összegeződése s ennek megfelelőleg a következetes mechanista gondolkodású biológus kénytelen az élőlényeket mechanisztikusan, tehát kémiai-fizikai törvények szerint ható, eleve elrendezett részecskék összegeződésének tekinteni. Ezen felfogásmód kizárólagos jogosságát azonban megdöntik az előbb említett fejlődéstani kísérletek eredményei, melyek szerint egy részből több lehet, mint ami belőle rendes fejlődés esetén valóban lesz, nevezetesen belőle ismét egy teljes egész lehet, viszont két egész egybeolvasztva kevesebbet adhat eredményül, mint amit rendes fejlődés esetén létesíthet, nevezetesen csak egyetlen egy teljes egészet. Egy-egy csírarész a fejlődés folyamán egészen más felhasználásra találhat, mint amilyenre zavartalan fejlődéskor valóban talál, sorsa tehát nincsen kémiai-fizikai törvényszerűséggel eleve mereven meghatározva, hanem áthangolható. Ez az áthangolás azonban mindig az Egész-nek biztosítása irányában és érdekében történik. A fejlődés mindenütt a részeknek egymáshoz való képlékeny alkalmazkodását és az egész tervébe való szoros beilleszkedését tárja elénk. Minden szervezet egyedi fejlődése során a részeken (sejteken) észlelhető és az egész fenntartására irányuló, egymást kölcsönösen szabályozó és befolyásoló kétépítésű vitális folyamatok és a részeknek minden körülmények között a harmonikus egész biztosítására való szoros aktív törekvésük: egytől-egyig mind olyan jelenségek, melyek azzal a föltevessel, hogy a szervezet egyszerű sejthalmaz és hogy fejlődése, szerveződése és élete csupán kémiai és fizikai törvények szerint igazodik, nem egyeztetetők össze. Ezzel a szervezet teljes egész voltának problémája minden módszertani és felfogásbeli következményeivel egész terjedelmében élővé vált és jellemző bélyeget nyomott a modern biológia mai arculatára.

Napjaink biológusai elismerik, hogy az az irányzat, amely a soksejtű szervezeteket sejttállamoknak tekintve, azokat a sejtek halmazából állónak ítélte és az élet igazi megismerését egyesegyedül csak a sejt és sejtekből álló sejttállam kémiai-fizikai kauzális analysise révén vélte elérni, szabatos vizsgálataival, nagyszabású kísérleteivel felbecsülhetetlen jelentőségű alapvető ismeretekhez juttatta a tudományt s biztos, hogy az ezen megfontolások alapján végzett exakt kutatások a jövőben is nélkülözhetetlenek a bio-

lógia fejlődéséhez, ámde egyre többen kételkednek abban, hogy kizárólag ez az út vezet célhoz.

Különösen az egyes élőlények egyedi fejlődésére vonatkozó kísérletek meglepő eredményei kényszerítenek ma bennünket, hogy az életjelenségekben a fizikai és kémiai tényezőkön kívül más tényezőket is tétélezzünk fel, mert a fejlődésnek legegyszerűbb jelenségei is megmagyarázhatatlanok a ma ismert fizikai és kémiai törvényekkel és nem felelnek meg az ok és okozat (kauzalitás) amaz egyszerű viszonyának, amelyet az élettelenek világában észlelünk. Amilyen joggal beszélünk fizikai és kémiai törvényekről, szólhatunk élettörvényekről is (például ilyenek a Mendel-féle öröklési törvények). Az életnek egyetlen jelensége sem áll ellentétben a fizikai és kémiai törvényekkel, de vitán felül áll, hogy az életnek minden nyilvánulása nem vezethető vissza az élettelen természet törvényeire. Ennek az alapelvnek bevallása és az ehhez való igazodás jellegzetes vonása a modern biológiának. A régi durva anyagelviség (materializmus) dogmája, mely az élő szervezetek életében egyesegyedül csak a kémiai és fizikai erők ok és okozatos viszonyán alapuló mechanisztikus hatását látja, éppen úgy a múlté, mint a régi életelviség (vitaiizmus), melynek tanítása szerint az életjelenségek az anyagtól független erőnek, az életerőnek hódolnak csupán.

A mai biológia a szervezeteket, az egysejtűeket és a soksejtűeket egyaránt, célszerű alkotású elsődleges Egész-eknek tekinti, melyeknek részei másodlagosan, az egésznek tervszerű elkülönülődése révén állottak elő (nem a sejtek építik fel az élő egyedet, hanem az élő egyed tagolódik sejtekre) s melyben a részek egymástól és az egésztől függve és egymáshoz alkalmazkodva harmonikus egységet alkotnak. A szervezet tehát nem egyszerűen a részek és részfolyamatok összege, miként a materialisztikus világfelfogás vélte, hanem ennél több: összesség, vagyis olyan biológiai egység, amelyben a részek alá vannak rendelve az egésznek és amelynek a részekre érvényes szabályszerűségeken kívül és felül még önálló törvényszerűségei is vannak.

## **AZ ÉLET TÉRFOGLALÁSA ÉS EREDETE.**

Köztudomású, hogy ma két milliárdnál több ember él a Föld hátán, a többi élőlények egyedszámáról azonban még közelítőleges hozzávetést sem kockáztathatunk meg. Az élet idők folyamán, melyet első megfogalmazásától kezdve legalább másfélezermillió évre becsülhetünk, meghódította és birtokába vette bolygónkat. Amerre az ember figyelme és nagytípusú elérének, min-



denütt ott pezseg az élet; a szárazföldön, a vízben, a levegőben, a talajban, a földalatti sötét barlangokban, a hegységek csúcsain, az óceánok mélyén, a trópusi égöv izzó térségein, a gleccserek alig olvadó tetején, a gejzirok forró medencéiben, a legkisebb vízcseppben, a láthatatlan porszemecskék felszínén egyaránt otthonos az élet, csak a hó és jég belsejében, a száz fok körüli hévforrásokban és a működő vulkánok belsejében hiányzik.

A széleskörű elterjedtséggel versenyre kél a hasonlóan bámulatós formagazdagság. Nemcsak a fajváltogatosság lenyűgöző, nagyarányú, hanem a fajon belül sincs meg az egyformaság. A valóságban két egyenlő egyed nincs, mindegyiknek van valami sajátos egyéni jellemvonása, mely még a legközelebbi rokon fajtársakétól, sőt testvérekétől is különböző. A formabeli változatosságra megbízható mértékünk nincsen. Némi tájékoztatóul szolgálhat az eddig tudományosan leírt és rendszeresen lajstromozott élőlények fajainak száma. A ma ismert állatfajok száma 900.000-re, a növényeké 233.000-re tehető. Ebben a számban az állatok sorában az ízeltlábúak (Arthropoda) 640.000, a Puhatestűek (Mollusca) 70.000, a Gerincesek 60.000, a Véglények (Protozoa) 15.000, a Férgék (Vermes) 12.500, a Tömlősök (Coelenterata) 9500, a Tüskésbőrűek (Echinodermata) 4800, a Virágos növények 133.000, az alacsonyabbrendű növények 100.000 fajjal szerepelnek. Világos azonban, hogy ezek a számok távolról sem fejezik ki a valóságos fajgazdagságot. Egyes csoportokon belül (pl. emlősök, madarak) a legtöbb faj már ismeretes, más csoportoknál azonban, különösen a rovaroknál, amelyek az összes állatfajoknak több mint felét teszik ki, minden évben számos új fajról tesznek közlést. Ha másfélmillióra becsüljük az állat- és növényfajok számát, akkor becsülésünk biztosan nem túloz. Természetesen ebbe a számba nem értettük bele a fajon belüli változatosságot, mert ennek számbavételével az élő egyedek összszáamához jutnánk, ami csak billiókkal volna jelezhető. Utóbbi szám is elképzelhetetlenül nagyra nőne, ha számbavehetnők a parányi baktériumok és láthatatlan vírusok észbontóan óriási egyedszámát. Van baktérium, amelyik minden 17 percben számát osztódással megkétszerezi. Egyetlen Bacterium thermo-ból 20 percenkénti zavartalan oszlás esetén 1 hét alatt annyi utód származhatik, hogy mennyiségüket csak egy 51 jegyű szám fejezné ki. Ha 0'0001 gramm súlyú kis mikroorganizmust, melynek száma kétnaponként osztódva megkétszereződik, 120 napig tartanánk, és a szaporodás útján keletkező lényeket mind életben tudnók tartani, akkor tömegük egybillió kilogramm lenne, vagyis ez a tömeg csak olyan kockába férne be, melynek éle egy kilométer.

Az élők nagyságában is nagy a változatosság. Az ismert vírusok közül a legkisebbek a járványos gyermekbénulást és száj- és körömfájást okozó vírusok, melyeknek átmérője 10 millimikron (vagyis a milliméter tízmilliomodrésze), a legkisebb baktérium átmérője 01 mikron (vagyis a milliméter egy ezredrészének egy tizede). Ezzel szemben a legnagyobb szervezetek a ma élők sorában a tengeri állatok közül az óriás bálna (*Balaenoptera Sibbaldi* Gray) 31 méter testhosszúság mellett 368 tonna súlyt ér el, a szárazföldiek közül az afrikai elefánt (*Loxodonta africana* Bfch.) a legnagyobb, melynek súlya 5—7 tonnára is megnő. A kihalt szárazföldi állatok sorában a ma élő elefántoknál nagyobbak is éltek, így a kihalt elefántfélék súlya 20—23 tonna, a Brontosaurus-nak 20 méter hosszúságú példányait ismerjük, amelyeknek súlya biztosan meghaladta a 38 tonnát és a legnagyobb szárazföldi őssálat a Tendaguru-hegyen, Lindi közelében (volt Német-Kelet-Afrika) kiásott felsőjurakorszaki *Brachiosaurus* Brancai Jan. nevű otrombastestű, hosszú, zsiráfnyakú, elefántlábú őshüllő, mely körülbelül 125 millió évvel ezelőtt élt, 22'65 méter hosszú, 12 méter magas volt és súlya 800 mázsánál többet nyomott. A növények sorában legnagyobbak a kaliforniai mammoth-fák (*Sequoia gigantea*), melynek egyik példányáról kiderült, hogy magassága 142 méter és törzsének körfogata tövén 36 méter (korát MŰIK ötezer évre becsüli).

Az élők világának nagy változatosságával szemben szinte szegényes az élettelen világ. Az anorganikus anyagok száma harminc-negyvenezerre, a ma ismert organikusaké pedig (beleértve a mesterségesen előállítottakat) ötszázezerre becsülhető. Ehhez még számba kell vennünk, hogy az organikus anyagok léte csak kis hőfok-határok közé van szorítva; a bonyolódottabb alkotásúak 100 C°-on felül elbomlanak s 500 C°-on felül csak a viszonylag egyszerűbb összetételűek maradnak meg, az 1000 C°-on felüli hőfokot pedig csak a legegyszerűbb alkotásúak bírják el.

Az egész élettelen világ mindössze 92 elemből épül fel s belőlük bámulatos módon az élet csak néhány elem felhasználásával teremti meg azt a nagy méret-, forma- és működésbeli változatosságot, mely óriási gazdagságával egyenesen megdöbben. A legtöbb szervezet kilenc elemből építi meg működő élő állományát s ebből is négy: a szén, az oxigén, a hidrogén és a nitrogén annyira túlsúlyban van, hogy az élő állomány 97—99%-a ebből áll, a maradékrész megalkotásában résztvesznek a többi elemek: a kén, a foszfor, a kálium, a magnézium és a vas; ezekhez járulhat még az állatokban a nátrium, a kalcium és a klór.

VERNADSKY W. J. újabb megállapításai szerint az ember bonyolódott alkotású és sokféle működésre teremt szervezete is meglepően kevés elem-ből alakul. Mindössze három elem van képviselve 10%-nál nagyobb mennyiségben, nevezetesen az oxigén 65'04%-kal, a szén 18'25%-kal és a hidrogén 10'05 %>-kal, ezután kettőnek mennyisége meghaladja az 1%-ot, ugyanis a nitrogén 3'15%-kal, a kalcium 1'40%-kal szerepel, a további öt elem mennyisége 0'2 és 0'8% között változik, így a foszfor 0'80, a kálium 0'27, a nátrium 0'26, a klór 0'25, a kén 0'21%-ban fordul elő s végül két elem: a magnézium 0'04%-kal és a vas 0'02%-kal gyarapítja az ember testét; a felsoroltakhoz csatlakoznak még mindössze nyomokban, mint valószínűleg a táplálékfikai felvett járulékos elemek: az alumínium, a mangán, a jód, a bróm, a fluor, a cink, a réz és a szilícium.

Az a tény, hogy az élő szervezetek élő állománya csupa olyan elem-ből áll, mely az élettelenek világát is alkotja, továbbá az a tapasztalat, hogy minden élő szervezet a külvilágból felvett élettelen anyagoknak az elődeitől kapott kicsi kezdő sejt élő állományába való csodás beiktatásával növeli élő állományát az eredetinek sokszorosára s élete folyamán élő állományából is folytonosan élettelen bomlástermékeket juttat vissza környezetébe, azt a gondolatot fakasztották, hogyha a szervezetben az élettelen anyag úgyszólván szemünk láttára élővé változhatik s belőle ismét élettelen lesz, nem keletkezhetek-e valamikor a Föld története során az első élőlények is élettelen anyagokból? Ez a föltevés, mely *ösnemzés* (generatio aequivoca) néven ismeretes, többször felújulva, a legújabb időkig élénk vitára és a tudományra nagyértékű kísérletekre (REDI, NEEDHAM, SPALLANZANI, PASTEUR) adott alkalmat, melyeknek alapján fejlődött ki mintegy melléktermékként a sebészet anti- és aseptikus módszere és amelyek a bomlasztó mikroorganizmusok szaporodása meggátlásának megismerésével a mai konzerviparnak és az ú. n. pasztörözésnek szolgáltak biztos alapul. Szabatos és minden ellenvetést leromboló eredményhez e téren PASTEUR jutott, aki kimutatta, hogy a legegyszerűbb alkotású szervezetek is mind szülőktől, tehát már meglévő lényektől származnak és hogy élettelen anyagokból kimutathatólag sohasem állhatnak elő élőlények. Ám PASTEUR-nek 1862—64-ben kimondott és azóta alapigazságként általánosan elfogadott megállapítása óta újabban ismeretesekké váltak a baktériumoknál kisebb és még egyszerűbb alkotású *vírusok*, melyeknek legalább egy részét élőnek kell tartanunk, mert többek között szaporodásuk oly jelenség, mely nem az élettelenek, hanem az élők sajátja. A vírusok felfedezése ismét felvetette az ösnemzés és vele

az élet eredetének súlyos problémáját, azonban a vírusok eredetére olyan döntő kísérleteink ezidőszereig még nincsenek, mint amilyenekkel PASTEUR igazolta, hogy az ő idejében ismert élőlények legprimitívebbje sem kelhet életre élettelen anyagokból. Ma a probléma úgy áll, hogy aki azt állítja, hogy a vírusok élettelen anyagokból ősnemzés útján állanak elő, állítását éppen úgy nem tudja *kísérletileg* tudományos szabattal igazolni, mint az, aki ennek ellenkezőjét vitatja. Az újból megnyílt probléma megoldását ‘ a jövőtől várhatjuk.

Az élet eredetének a láthatatlan lények (vírusok) felfedezése kapcsán felmerülő problémájával körülbelül egyidőben került az érdeklődés homlokterébe az *élettelen anyagok kialakulásának problémája*. Eddig amilyen csodálatosnak tartották a szerves élet előállítását Földünkön, éppen olyan természetesen és magyarázatra nem szorulónak vették az élettelen anyagok kialakulását. A modern atómelmélet azonban felvetette ezt a kérdést is, mint problémát, mert sikerült neki az alapelemek különböző formái között az egységet, a közös eredetet felfedezni és megmagyarázni; megállapításai szerint ugyanis az összes elemek végeredményben parányi pozitív és negatív elektromos részecskékből állanak s ezzel az élettelen világban is felbukkant ugyanaz a probléma, mely az élőkre vonatkozólag évszázadokon át máig szüntelenül foglalkoztatja a legjobb biológusok elméjét, nevezetesen, hogy az élettelen világ elemei és különböző vegyületei hogyan fejlődtek ki a Föld története során. E probléma felvetése és megvitatása igazolta, hogy az élettelen anyagok eredetének és kialakulásának problémája éppoly csodás és szövevényes probléma, mint az élet eredetéé, és ha ma kénytelenek vagyunk annak beismerését elfogadni, hogy az élettelen anyagok elektromos részecskékből állottak elő fokozatos fejlődés révén a Föld története során, szükségképpen el kell fogadnunk ugyanezt a megállapítást az élő állomány fokozatos kifejlődésének kialakulására is. Sőt kénytelenek vagyunk azt is beismerni, hogy élet kialakulása csak az égitestek vénhedő korában lehetséges, amikor az égitest annyi energiát veszít, hogy hőmérséklete az életre kedvező fokra csökken.

JEANS számításai szerint a Kozmos-ban a mi Nap-rendszerünkön kívül legalább is ezernél több bolygórendszernek kell lennie s most már kérdés, vajjon ezeken is lehet-e élet, ha az égitestek fejlődésének általános törvényei szerint rajtuk hőveszteség következtében, az életre olyan kedvező körülmények következnek, mint amilyenek ugyanazon törvények hatásaképpen a mi bolygónkon is szükségképpen bekövetkeztek. Erre a kérdésre természete-

sen nincs módunkban felelni. Ámde ha az életről a világegyetemhez való viszonyában akarunk némi fogalmat szereznünk, mindenekelőtt meg kell gondolnunk, hogy a csillagászok szerint az életre kedvező viszonyok csupán azokon a bolygókon lehetnek, amelyek a mi Földünkhöz hasonlóan egy-egy Nap körül keringenek. Billiókkal mérhető azoknak a csillagoknak száma, amelyeken sohasem volt élet és sohasem lesz élet. Az élet — ha ugyan ez, bár természetesen más formában, lehetséges — HIMSTEDT szerint valószínűleg csak kevés bolygóra szorítkozhatik. A mi Földünkhöz jelentőségéről a Világegyetemben JEANS a következőképpen próbál felvilágosítással szolgálni: A Világegyetemben levő összes csillagok száma körülbelül a London városa fölött elterülő levegőrétegben levő porszemecskék számával vehető egyenlőnek s most képzeljük el, hogy a mi Napunk ebben a nagyságrendben valamivel kisebb egyetlen porszemecskénél és a mi Földünk valamivel kisebb egy ilyen porszemecske egymilliomodrészénél... Nehezen képzelhető el, hogy ebben a nagy világegyetemben, amelyben eddigi ismereteink szerint egyenlő törvények uralkodnak, csupán csak egy porszemecske egymilliomodrészén alakuljon ki olyan fenséges valami, mint amilyen az élet!

## **AZ ÉLET MIBENLÉTE ÉS JELLEMZŐ TULAJDONSÁGAI.**

A mindenség sok titokzatos rejtéllyel van tele, de legnagyobb csoda benne, a csodák csodája, hogy élet van benne s ez is nem az egész földgömb sajátja, csupán a földkéreg, víz- és légburok aránylag szűk határán otthonos. Élet! Mily egyszerű hangzású, rövid szó, s mégis milyen mérhetetlen fogalmat takar! A régi görög bölcselektől kezdve napjainkig minden időben az emberi elmék legkiválóbbjai szellemi erejük teljes latbavetésével, minden rendelkezésükre álló kísérleti módszer felhasználásával, roppant fáradságos, szüntelen kutatással iparkodtak közelébe férközni; sok fontos, alapvető részletét fel is tárták, de természettudományilag elfogadható, általános érvényű meghatározásával máig adósak. Az életet jellemezhetjük, de tudományos szabatosssággal nem definiálhatjuk. A természettudományok szédítő haladásától öntett, nagy szellemi fölényére büszke mai ember is csak éli az életet, érzi kellemes és kellemetlen oldalát, anélkül, hogy lényegét értené és tudná, mi az élet. Csak azt bírjuk róla megállapítani, hogy az élet nem állapot, hanem folyamat, történés. Benne a legegyszerűbb életfolyamatbeli elemek kétségkívül fizikai és kémiai természetűek, de ezeknek

összerendeződése és harmonikus együttműködése létesíti az életet. A rendező erő maga, vagyis az az erő, amelyet az „élet“ szóval jelzünk, ma még számunkra hozzáférhetetlen és működésének mikéntjére csak hatásaiból következtethetünk. Az élet éppen úgy ősjelenség, mint például a nehézség; a nehézség lényegét sem ismerjük, hanem valamit tudunk a súlyos testekről; az élet veleje hasonlóképpen ismeretlen, amit róla tudni vélünk, azt az élőlényekre vonatkozó észleleteink alapján foglaltuk úgyahogy rendszerbe.

Az élet nehéz és bonyolódott problémájához csak kerülő úton közeledhetünk olyképen, hogy az élőlények ama tulajdonságainak elemzésére határozzuk el magunkat, amelyek nem egyes szervezetekre különlegesen, hanem az összes élőlényekre egyetemlegesen, tehát következésképpen magára az életre jellemzők.

Az élő szervezetek legelső, legszembetűnőbb tulajdonsága, hogy mindannyijuknak határozott, a külvilágtól elhatárolt, egyedileg jellegzetes *alakja* van, mely kis kezdetből bontakozik ki, egyideig megmarad s új, hozzá hasonló formák kiinduláspontja lesz. A formaképzés, formamegtartás és formatovábbadás az összes élőlények jellemző sajátja. Látszólag ebben a tulajdonságban az élők az élettelen kristályokkal osztoznak, azonban ketjük között a különbség áthidalhatatlan, mert míg a kristályok egynemű részekből állanak, melyeket csupán kémiai és fizikai erők kapcsolnak egybe, addig az élő szervezetek változatosan tagolt, különmemű részekből alakulnak, melyeket a kémiai és fizikai erőknél felül a funkcionális kapcsolat fűz egybe, úgy, hogy minden részecske léte és működése függ a többitől és a részecskék alkotta egésztől, egyik a másiknak és mindegyik az egésznek van alárendelve s ehhez képest az élőlények nem a részek egyszerű összegei, mint az élettelen kristályok, amelyeknek szintén egyedi alakjuk van, hanem a részek fölé emelkedő olyan organizációs-rendszerek, melyeknek tulajdonságai a részek tulajdonságainak és működésének egyszerű összegeződéséből nem magyarázhatók meg. A szervezet több, mint a részek egyszerű összege, és életjelenségei nem egyszerű összegeződése a részek működésének, mert a részek harmonikus funkcionális kapcsolatából olyan új tulajdonságok állanak elő a szervezetben, mint egészben, melyek a részekben nem voltak meg.

Minden szervezet egyed (individuum), melyben a különleges összetételű és tulajdonságú anyagoknak egy bizonyos, a környezettől élesen elkülönített és az élőlények minden fájára és egyedére nézve meghatározott, jellemző mennyiségű és minőségű tömege olyképen van jelen, hogy annak

minden része egymással szoros működésbeli kapcsolatban, belső, harmonikus egységet alkot. Ennek biztosítéka a minden élőlényre jellemző autonómia (önkormányzat) és szuverénitás, mely szerint minden élő szervezetben az életet eredményező folyamatok történetmódja velejében csupán a szerveződésből folyó és a szervezetben magában rejlő törvényektől függ és minden élőlény a maga egészében képviselője mindazoknak a jellemvonásoknak, amelyek a fajt, ahová tartozik, jellemzik és csak a maga egészében képviselője annak az *egyénségnek* is, mely őt mint egyedet a fajnak minden más egyedtől megkülönbözteti. Az élőlények azokat a lényeges tényezőket, amelyek az élőlények önfenntartó tevékenységét és típusos formálódását, tehát életének igazi magvát, meghatározzák, szervezethezükben (organizációjukban) hordozzák s ezen tevékenységük megnyilvánulásához kívülről csupán közömbös megvalósító (realizációs) tényezőkre (pl. táplálék, víz, meleg, oxigén, fény stb.) van szükségük.

Az élet megnyilvánulásai a különböző élő szervezetekben természetszerűen, szinte áttekinthetetlenül sokfélék; közülök azonban csak azok jellemzők egyetemesen az életre, amelyek minden élő szervezetben kivétel nélkül megvannak. Ilyen általános életjelenség az *anyag- és energiaforgalom*, mely az összes többi általános elemi élet jelenségek alapja.

A szervezetek anyag- és energiaforgalma az a folyamat, amely változó ütemű, de sohasem nyugvó áram alakjában a környezetből anyagokat hajt át a szervezeten szüntelenül és juttat ismét a külvilágba, közben pedig a szervezet a felvett anyagok alkotórészeiből kellő átalakítás után testét gyarapítja, az élet folyamán elhasznált anyagokat pótolja, a bennük lévő kémiai kötött energiát felszabadítva és a legkülönbözőbb energiafajttákká transzformálva, életjelenségeire felhasználja s az ezen közben keletkező bomlás-termékeket magából kiküszöbölve, ismét a környezetnek adja át. Az anyag- és energiaforgalom az élő test állományát folytonosan módosítja, úgyhogy minden élőlény anyagilag folyton változik, de ennek ellenére individualitását és — ha teljes fejlettségét elérte — alakját is, kis eltérésektől eltekintve, megtartja. Minden élő szervezetre jellemző, hogy létét és alakját csak folytonos anyagfelvétellel, szakadatlan anyagátalakítással és energiafelhasználással tudja fenntartani.

Az anyag- és energiaforgalom is jellegzetesen autonóm-folyamat. Az autonómia a táplálkozásban például abban nyilvánul, hogy minden szervezet normális körülmények között mindig csak bizonyos meghatározott anyagokat a neki megfelelő alakban és mennyiségben autonóm válogatás-

sál vesz fele. Még szembetűnőbben érvényesül az autonómia az anyagforgalom további során. A szervezetek a felvett anyagokat belsejükben külön e célra termelt hatóanyagok (enzimek) segítségével alkotóelemeikre bontják s belőlük mint építőkövekből építik fel azt a fajlag jellegzetes, fajról-fajra, sőt minden jel arra mutat, hogy egyénről-egyénre is változó különleges anyag-kombinációt, mely szervesen beilleszthető a termékenyített petesejtéből leszármazó, meglévő élő állomány kereteibe. Az anyagcsere folyamán az anyagok átalakítása is mindig a szükséglettel arányos mértékű és az energiacsere folyamán felszabadult energia felhasználása hasonlóképpen a szervezet autonóm szempontjai (pl. mozgás, ingerfelelet stb.) szerint igazodik s sokszor a pillanatnyi szükséglethez alkalmazkodik (pl. gyors inger-reakciók). Energiaforgalom dolgában a szervezetek különleges volta abban is nyilvánul, hogy az élőlények a kívülről, a környezetből felvett kémiaiilag kötött energiát nem csupán hővé való átalakítás után tudják transzformálással felhasználni életjelenségeikben, hanem a felszabadított energiának egy részét közvetlenül is mechanikai munkává tudják értékesíteni.

Az anyag- és energiaforgalom két, egymást szervesen kiegészítő alakban fejlődött ki az élők világában. Az ú. n. autotroph-szervezeteknél, ahová a televénylakó és parazita növények kivételével a többi növények tartoznak, megvan a szervezeteknek az a kétségkívül az élet kezdete korából származó ősi tulajdonsága, hogy különböző anyagok (hidrogén, kénhidrogén, ferrosók, ammónia és nitrtek) oxidálásából származó energia vagy mint a zöld növények, napfény-energia felhasználásával szerves anyagokból (széndioxid, víz, sók, főleg nitrátok) tudnak szerves anyagokat készíteni, ellenben a szervezetek második nagy csoportja, az ú. n. heterotroph-szervezetek, ahová néhány növényen kívül az összes állatok és az ember is tartozik, elvesztették a szervezetek azon ősi képességét, mely szerves anyagokból szerves anyagoknak készítését tette lehetővé. A heterotroph-szervezetek is azonban rá vannak utalva szerves anyagokra, s minthogy ilyeneket szervesanyagokból készíteni nem tudnak, azokat vagy közvetlenül (növényevők), vagy közvetve (állatevők) az autotroph-szervezetekből szerzik be. Az állatok és az ember mint heterotroph-szervezetek az autotroph-növényekre vannak ráutalva s életük az autotroph-szervezetek életétől függ. Az élet Földünkön kétségkívül a ma ismeretes autotroph-szervezeteknél kezdetlegesebb, de hozzájuk alapjában hasonló szervezetű autotroph-szervezetekkel indult meg s e közös törzsből fejlődtek egymással párhuzamosan.



de egymástól szorosan függve egyfelől az autotroph- és másfelől a heterotroph-szervezetek.

Az anyag- és energiaforgalom folyamataiból sarjadzanak az élőlények többi elemi általános életjelenségei, így elsősorban a *mozgás*, melynek alapján az avatatlanok ott is életet gyanítanak, ahol ez teljesen hiányzik, és a helyváltoztató mozgások hiánya miatt élettelennek minősítik a valóban élő. Az egész szervezet helyváltozását eredményező mozgása nem minden szervezetnek van, ezért nem is lehet az jellemző bélyege az életnek, azonban az anyag- és energiaforgalommal kapcsolatos mozgások, melyek a szervezet belsejében mennek végbe, minden szervezetben kivétel nélkül megvannak és ezért ezeket a mozgásokat, bár azok az egész élő szervezet helyváltozását nem hozzák létre, az élet kétségkívüli jellemző jeleinek kell minősítenünk.

Hasonlóképpen az anyag- és energiaforgalommal kapcsolatos az élő szervezetek *ingerlékenysége*, vagyis az a tulajdonságuk, hogy a testükben és környezetükben végbemenő bizonyos változásokra, az ú. n. ingerekre, anyag- és energiaforgalmuk megfelelő, de oly természetű változásaival válaszolnak (reagálnak), mely rendszeren az ingerrel semmiféle kémiai-energetikai összefüggésbe nem hozható és többnyire feltűnő, sokszor egyenesen áthidalhatatlan aránytalanság van az inger és az ingerhatás nagysága között. Az ingerek hatására bekövetkező reakció eredménye a legkülönbözőbb működés lehet (mozgás, elválasztás, stb.). A szervezetek autonómiája az ingerek világának a kialakításában a legbámulatosabb módon nyilvánul meg. Az ingerek mindig a testben avagy a környezetben bekövetkező változások (energiadifferenciák), de ezen változásoknak csak egy kis része válik ingerre, mert csak az a változás inger, melyre a szervezet reagál, a szervezet pedig ebben a tekintetben válogat és csak azokra a változásokra reagál, amelyek az ön- vagy a fajfenntartásban hasznosíthatók, a többi változásokra nem reagál vagy hatásuk elől éppenséggel elzárja magát. Természetesen az a kép és az az érzésvilág, amelyet az egyes szervezetek maguknak az őket környező világról alkotnak, csak az ingerekre bekövetkező benyomásokból tevődhetik össze, ezért ^szervezetek individuális életének kifejlődésével kapcsolatban minden szervezet külön *individuális világot* alakít ki magának, mely a valóságos, sok változással teli nagy világon belül az ő igazi külön egyéni világa; tulajdonképpen minden szervezetre nézve csak ez az egyéni világ létezik s ez a világ az egyén életének végével szintén véget ér.

A szervezetekre eszerint jellemző, hogy nemcsak individualitásuk van, hanem az a világ is, amelyről ingerhatáson alapuló benyomásaik vannak és amely számukra az igazi reális világot képviseli, merőben egyéni, és nyilván fajonként és egyénenként eltérő. A környezetnek az a része, melyről az élő szervezetnek ilyen ingerhatások létesítette benyomásai vannak és amelyre ennek megfelelően hatni is tud, alkotja a szervezet egyéni világát (Umwelt), mely minden szervezetre más és más, mindig egyéni színezetű és különbözik a környezettől (Umgebung); az egyéni világ csupán a környezetnek egy kivágott része, melynek változásai ingerek gyanánt hatnak a szervezetre. Például az ember a rezgések közül a másodpercenkénti 16 rezgésen aluliakra már nem reagál, ezért ezek számára gyakorlatilag nincsenek, a 16 rezgésen felülieket pedig egészen a 20,000 rezgésig különböző magasságú hangként fogja fel. A másodpercenkénti 20,000 és 480 billió közti rezgések is megvannak a természetben, de ezek ránk nézve nem ingerek, tehát ránk nézve tulajdonképpen nicsenek. Az elektromágneses hullámok nagy skálájából, mely a gammasugarak 0'00557 Ångströmnyi hullámhosszától egészen a Hertz-hullámok egymillió Ångströmnyi hullámhosszáig terjed, szemünk mindössze a 3600 és 8100 közé eső Angström hullámhosszúságúakat fogja fel mint látható színes fénysugarakat. A zenét, híreket stb. közvetítő szikratávírói nagy hullámok is nap-nap mellett érik testünket, de ezek sem ingerek ránk nézve, ezért csak akkor kerülnek be egyéni világunkba és akkor kezdenek ránk nézve létezni, ha rádiókészülékkel felfogva azokat ingerré alakítjuk át.

A szervezetek létét fenntartó anyagforgalom építő-, bontó- és raktározó-anyagforgalomban nyilvánul; az építő-anyagforgalommal (assimilatio) energiahalmozás (anabolia), a bontó- vagy üzemi anyagforgalommal (dissimilatio) energiefelszabadítás (katabolia) jár karöltve, a raktározó anyagforgalom pedig az élet biztosításának ügyét szolgálja akkor, amikor a tápláló anyagfelvétel fogyatékos. Ha az építő-anyagforgalom a bontóhoz képest túlsúlyra jut, újabb általános elemi életjelenség: a *növekedés* kerül homloktérbe.

Az igazi növekedés új élő állomány (protoplaszma) termelésében áll, mely az élő rendszeren belül a táplálékkal felvett élettelen anyagok organizálásán alapszik. A termelt élő állománytöbblet elsősorban a test felépítésére és az életnek zenith felé törési szakában a térben való terjeszkedésre, azaz növekedésre szolgál. A szervezetben nem minden térfogat-növelés növekedés, mert a térfogat-növelés történhetik egyszerűen vízfelvétel (pl. ilyen a békalárvák kezdeti feltűnő növekedése) vagy tartalékanyagok (pl.

hízáskor), esetleg anyagforgalmi salakok berakodása révén is; az igazi növekedés az élő állomány gyarapodásában rejlik. A növekedés, vagyis új élő állomány termelése mindaddig tart, amíg a szervezet él, csak az intenzitása változik az idő előhaladtával: fiatal korban a szervezet több élő állományt termel, mint amennyit az élet folyamán elhasznál s ehhez képest szemmel láthatóan a térben egyre nagyobb helyet foglal el, a fajilag meghatározott teljes nagyság elérésekor csak annyi élő állományt termel, mint amennyi az életfolyamatok során elhasználódik, még később, a hanyatlás, öregedés idején meg éppenséggel egyre kevesebb lesz a növekedés létesítette új élő állomány s ez a tény az öregedésre jellemző sorvadásos folyamatokban, zsugorodásokban nyilvánul meg. Arra, hogy a növekedés milyen arányú, jó például szolgálhat az ember növekedése. Az ember átlag 0'2 mm átmérőjű és 0005 mg súlyú gömbölyű kis petesejtből fejlődik s ebből a kicsi kezdősejtből átlag 65 kilogramm súlyú ember fejlődik kívülről felvett és az élő rendszerbe beillesztett élettelen anyagok felhasználásával a növekedés révén; itt a növekedés a születésig az eredeti súly 600 milliószorosa, a teljes kifejlődéséig pedig a tömeggyarapodás kétszázmilliárd százalékos. A növekedés ütemének megváltozása a fejlődés során kiviláglik azokból a mérésekből, amelyek szerint az ember az 5-ik héttől kezdve születéséig testének hosszát átlag ötször kétszeresíti meg, súlya pedig a 9. héttől kezdve születéséig 800-szorosára gyarapodik, ellenben az újszülött ember megszületésekor lévő testhosszát az egész életen át még csak megnégyszerezni sem tudja, testsúlya is csak 21—22-szeresre emelkedik. Legnagyobb a növekedés az ember fejlődésének legelső heteiben, amikor súlya a sejtek egymásután következő kettéosztódása révén körülbelül a geometriai haladvány szerint fokozódik-

Azonban egyetlen szervezet növekedése sem egyszerű térfogat-nagyobodás, mert a növekedés által létesített élő állománytöbblet, amennyiben az az élet által elhasznált anyag pótlásához a szükségesnél több, mindig életműszerek, szervek létesítésére használandó fel. A szervezeteknek ezt a tulajdonságát tudományos mesterszóval „organisatoricus determinatio“-nak nevezzük. A növekedéssel tehát mindig minden szervezetben az élő állományban jellegzetes elkülönülődések összefüggő láncolata alakul ki, melyre az a jellemző, hogy ezáltal fokozatosan egyre tagoltabb alak, bonyolultabb szerkezet és az egyéni és faji élet fenntartásában és az életműködések kifejtésében kifejeződő célra való tekintettel egyre alkalmasabb és célszerűbb

szervezettség létesül. Az élőlényeknek ez a tulajdonsága: a *fejlődés*, mely az életnek is általános egyetemes jellemvonása.

A fejlődés folyamatát jellemzi: 1. a *függetlenség*, vagyis a fejlődésmenet fajlagossága, 2. az *örökletesség*, ami a fejlődés folytonosságát biztosítja és 3. a fejlődés eredményének *alkalmazkodottsága*, ami harmóniát teremt a független továbbfejlődés és az adott viszonyok meg az élet kívánalmai között, ami a fejlődésnek oly sokszor kiemelt és méltán megcsodált *célszerűségének* látszatát kelti. Az élő rendszer fejlődése előrehaladó, többé vissza nem fordítható (irreversibilis) kémiai, fizikai-energetikai és morfológiai változásokon alapszik s ezen változások létesítik az élő szervezetekre oly jellegzetes *formacserét*, mely az egyén élete folyamán az ontogenetikus (egyedi) fejlődést, a nemzedékek során pedig a phylogenetikus fejlődést, vagyis a törzsfajlódást, más néven a fajfejlődést hozza létre. A fejlődéssel kapcsolatos megfordíthatatlan (irreversibilis) folyamatok elháríthatatlanul az egyéni halál jelenségébe torkolnak.

Az egyén keretét meghaladó növekedés alapja a *szaporodás-nak*, melynek legősibb és legkiadósabb formája az osztódás, ami szükségképen az osztódó egyén egyediségének megszűnésével, vagyis halálával jár együtt. Az osztódó individuum helyébe ugyanis két új individuum lép s a régi veszendőbe megy anélkül, hogy ezzel a folyamattal kapcsolatban élő állomány pusztulna el; osztódáskor csupán egy individualitás tűnik el, de állományából két új individuum alakul ki úgy, hogy anyjuknak élő állománya továbbfejlődve és kiegészülve bennük tovább él. A szaporodás ezen módjához, mellyel az osztódó egyed immateriális halála jár együtt, csak utóbb társult a nemi elkülönülés (szexualitás), melynek célja, hogy két, különböző történelmi múltú és különböző egyéni tulajdonságokkal bíró élőlény egybeolvadásával, az egyéni tulajdonságok különböző kombinációjával a változékonyságot fokozza. A szaporodással másodlagosan egybeforrt szexualitás egyfelől az élet fenntartása szempontjából szükséges változékonyság és szervezetbeli plasticitás biztosítására, másfelől a faj kereteit és az életet is veszélyeztető fejlődésbeli szélsőséges szertelenségek kiegyenlítésére annyira hasznosnak bizonyult, hogy állandósult.

Bármilyen paradoxonnak is látszik, a *halál* nem az élet ellentéte, hanem életjelenség, mégpedig — sajnos — elkerülhetetlen általános életjelenség és az egyed életében az utolsó. Az élet ellentéte nem a halál, hanem az élettelesség, mely a halál után következik. A halál a fejlődéssel kapcsolatos visszafordíthatatlan folyamatok következménye és az élő szervezetekre

egyetemlegesen jellemző. Csak az élő halhat meg s ami meghalt, az feltétlenül élt, a halál tehát az élők jellegzetes tulajdonsága. A halál egy bizonyos, sohasem ismétlődő összetétel, egy csak egyszer előforduló individualitás megszűnése, eltűnése, s lehet természetes és erőszakos; az előbbit belső okok, az utóbbit ártalmas külső hatások hozzák létre. A természetes vagy physiologiás halálnak két fajtája ismeretes, úgymint 1. immateriális halál, mely az egysejtű szervezeteknél fordul elő és a szaporodással (osztódással) kapcsolatos s vele élő állomány nem megy veszendőbe; 2. materiális halál, mely a soksejtű szervezetek sajátja s melynél az egyed teste elpusztul, hullává lesz és alkotóelemei elbomolva az élettelenek világába kerülnek.

Az előbbieken elősorolt és az élő szervezetekre jellemzőnek tartott tulajdonságok egyenkint, külön-külön némely élettelen rendszeren is megtalálhatók. Az életnek egy-egy többé-kevésbé jellemző folyamata különállóan az élettelen testeken is végbemehet, ez azonban még nem élet, sőt az élet töredékének sem tekinthető, mert az élet a maga általános elemi életjelenségeivel olyan egység, melynek tört részei egyáltalán nincsenek. A mineralógusok megállapításai szerint például az élettelen ásványok (kristályok) sorában akadnak olyanok, amelyek egyikén-másikán az élő szervezetekre jellemző sajátságok kimutathatók, így nemcsak az individualitás, anyagforgalom (assimilatio és dissimilatio), növekedés, fejlődés, szaporodás stb., hanem még regeneratio (kiegészülés), restitutió, mozgás (folyékony kristályok), alkalmazkodás, sőt a kristályok körében olyan folyamatok is észlelhetők, amelyek az élő szervezetek mutációs jelenségeivel, a nemzedékcserevel, a természetes kiválogatódás (selectio) eredményeivel, az ingerlékenységgel, a növények helio- és galvanotropismusával stb. hozhatók párvonalba. Az élő szervezetekre jellemzőnek tartott és az előbbieken ismertetett tulajdonságok (anyag- és energiaforgalom, mozgás, ingerlékenység, növekedés, fejlődés, szaporodás, öröklés, alkalmazkodás és halál) azonban *együttesen* csak az élő lények sajátjai. Ez a kritérium csupán csak a vírusok rejtélyes világára nem találó. E ponton jelezniük kell, hogy a modern mikrofizikai és mikrobiológiai kutatások legújabbban olyan határterületeket tártak fel, amelyen az élők és élettelenek világa közti határ egyre jobban elmosódik. Az ultravírusok egyik csoportja biztosan élőlény, másik része, ahová a legkisebb, mindössze molekulánagyságú ultravírusok tartoznak, biztosan nem élőlény, hanem élettelen hatóanyag; az ultravírusok e két szélső csoportja között helyet foglaló közbülső nagyságot képviselő ultravírusokra nézve pedig, melyek az élő szervezeteknek csak alig néhány jellegzetes tulajdon-

ságát őrizték meg, megoszlanak a vélemények; a kutatók egyik tábora élő lényeknek, másika pedig életteleneknek nyilvánítja azokat s a jövő fogja eldönteni, melyik megítélés módja a helyes.

## AZ ÉLET TŰZHELYE.

Az életet összetevő bonyolódott és rendkívül változatos életfolyamatok elemei kétségkívül fizikai és kémiai természetűek, ezek azonban — miként erre már az előbbi fejezetekben rámutattunk — csak különlegesen jellegzetes, egybevágó, harmonikus összerendezettségben létesíthetik azt a folyamatot, amelyet életnek nevezünk. Ebből a megállapításból fakadnak a további izgató kérdések: Az élő szervezetekben hol van és melyik az a különleges állomány, amelynek szabályozó és irányító rendszerében megy végbe ez az életre vezető csodás összerendezettség? Hol lobog változó lánggal az a titokzatos erő, mely minden szervezet legféltettebb kincse?

E kérdésekre a válasz meglepően egybehangzó, mert a biológusok ritka egyetértéssel mindannyian a sejtekben helyet foglaló protoplazmát tekintik ilyen rendszernek s így ezt tartják az élet hordozójának!

A *protoplaszma* egészen sajátos állomány. Nem egységes nagy tömegben, hanem fajok szerint meghatározott kis mennyiségekre osztva, csupán a sejtekhez kötötten fordul elő és itt magában egyesíti mindazokat az anyagokat, kémiai, fizikai és szerkezeti feltételeket, amelyekből a sejteknek, mint elemi élőlényeknek jellegzetes életjelenségei függenek. További legegyszerűbb, de minden sejtben egyaránt érvényesülő tagolódása szerint a protoplazma magában foglalja a sejt testét, az úgynevezett sejtplazmát (*cytoplasma*) és a sejtmagot alkotó magplazmát (*karyoplasma*). Természetesen nem tartoznak az élő protoplazmához a sejtplazmában lévő tartalék- és üzemi anyagok, továbbá az anyagcseretermékek. A sejt tartós életéhez a protoplazma mindkét részének együttes jelenléte és tevékenysége szükséges. Érdekes az újabb vizsgálatok ama megállapítása, hogy a magplazmában levő kromoszómák, melyek az öröklésnél mint a tulajdonságoknak egyik nemzedékről a másikra való átszármaztatói szerepelnek, elvesztették az ingerlékenységet (irritabilitás) és a kiegészülést, visszaszerzés (regeneratio) ősi és minden élőre jellemző élettevékenységét. Minthogy a magplazmánál az öröklésben van döntően fontos szerepe, azt a genetikusok vizsgálják minden rendelkezésre álló módszerrel, a protoplazma másik törzsrészének.

a sejt plazmának kutatása pedig azon bűvárlatok élére került, amelyeknek célja felfedni az összes jellegzetes elemi általános élet jelenségek hordozóját.

Az élő sejt plazma nem minden sejtben egyenlő. A különböző sejtekben változatos alakú elkülönülések: cytocentrum, mitochondriumok, trophospongiüm, fonalas, szivacsos, habos, szemecskés szerkezeti részek, különböző rostocskák, izom-, ideg- és támasztó fibrillák vannak, azonban ezek az élet jellemző elemi nyilvánulásaihoz nem szükségesek, mert a mikroszkóp alatt szintelen, optikailag teljesen egyneműnek látszó, vízzel nem elegyedő, aktív áramlásban lévő protoplazmán az összes jellemző életjelenségek észlelhetők. Az ilyen egyneműnek látszó, tiszta sejt plazma sem definiálható kémiaiilag, mert nem egységes vegyület, de nem is anyagkeverék, hanem organizált rendszer, mely csak különböző alkotórészeinek örökös mozgásával, a benne végbemenő építő- és bontó folyamatok egyensúlyával tudja magát és létét biztosítani. Nyugvó élő sejt plazma éppen olyan kevésbé gondolható, mint egy nyugvó Nap-rendszer vagy egy nem mozgó folyó.

A protoplazma nem statikus, hanem dinamikus képződmény. Rendszerébe a környezetből, vagy a soksejtűekben a vérből és nyirokból autonóm válogatással folyton különböző anyagok lépnek be, ott bonyolódott átalakuláson átmenve, egy időre a rendszer alkotórészeivé és energiaforrásaivá válhatnak, majd elbontva mint salak-anyagok ismét kikerülnek belőle. Mindez természetesen megnehezíti a sejt plazma kémiai vizsgálatát, mert nem tudjuk az élő, a valóban működő tulajdonképeni protoplazmát különválasztani egyfelől az átalakulásban lévő kívülről felvett anyagoktól, másfelől a kiválasztásra való előkészítés alatt álló bomlástermékektől. Azonfelül a kémiai vizsgáló-módszerek természetéből folyik, hogy a sejt plazma élő, dinamikus rendszere már a vizsgálat első szakaszában megsemmisül, élettelené válik s eközben változásokon megy keresztül. Mindazonáltal ha nincs is módunkban megállapítani, hogy az egyes alkotórészek a működő rendszerben hogyan kapcsolódnak egymáshoz, mégis sikerül a protoplazma rendszerében szereplő legfontosabb elemi vegyületeket meghatározni. Az ilyenfajta vizsgálatok szerint a sejt plazma lényeges alkotórészei: bonyolódott összetételű, fajról-fajra változó, tehát specifikus fehérjék, zsírnemű anyagok (lipoidok), szénhidrátok, víz és különböző anorganikus sók. Ezekhez járulnak még különböző katalitikus hatású „hatóanyagok“, úgynevezett biokatalizátorok, mint: enzimek, vitaminok, hormonok, auxinok, gének, amelyek csupán nagyon kis mennyiségben való jelenlétükkel, a sók oldásából

származó ion-hatásoktól támogatva, a sejtplazma bonyolódott építő, bontó, elválasztó és kiválasztó, különböző reakciókat létesítő, azonfelül növekedést és formatív-hatásokat kiváltó munkájának irányító intézői.

A sejtplazma halmazállapota változó és aszerint, ahogy azt a működés, a reagálás megkönnyítése, vagy a kellő stabilitása éppen megkívánja, a teljesen folyóstól a sűrűn folyó, kocsonyás és félig szilárd halmazállapoton átmenve, minden fajta halmazállapotba kerülhet. A sejtplazmának ez az elfolyósodása és megszilárdulása állandó hőfok mellett koloidos voltának következménye. Ezzel magyarázható, hogy a sejtplazma folyós (sol) és szilárd állapotban (gél) lévő részeknek folyton változó kombinációjából áll; a folyós halmazállapotú részek enzimek, savak, lúgok, elektrolytok stb. hatására a pillanatnyi élethelyzetnek megfelelően könnyen átmehetnek minden közbülső állapoton át a szilárdba s viszont a szilárdak ismét az eredeti folyós halmazállapotba visszaalakulhatnak. Ennek nagy biológiai jelentősége abban rejlik, hogy az élet nem lehet csupán egyedül folyadékhoz kötve, mert itt nem alakulhatnak ki és nem maradhatnak hatékonyak azok a feszültségek (potentialisok), amelyek az élethez szükségesek, viszont egyedül a szilárd részekhez kötötten éppen olyan kevésbé lehetséges az élet, mert a szilárd halmazállapot számtalan lényeges élet jelenséget egyenesen kizár. A protoplazma koloidos rendszerében mindkét halmazállapot a legharmonikusabban egyesül olyképen, hogy a folyós fázis lehetővé teszi a gyors reakciókat és a szilárd fázis létesíti a szerkezetbeli változatosságot s így a protoplazma a legegyszerűbb módon egyesíti a stabilitást az aktivitással, de úgy, hogy a stabilitást (formát) biztosító szerkezeti részek átalakulhatnak aktív-részekké, sőt energiaszerzés céljából a szükséghez képest el is égethetők s az elhasználtak helyett a folyós aktív részekből alakuló szilárd részekből új szerkezeti részek fejlődhetnek. A protoplazmát olyan, a gyakorlatban természetesen meg nem alkotható, ideális géphez hasonlíthatjuk, melynek összes szerkezeti részei az energiát szolgáltató üzemi anyagokból készültek és melyben külön üzemi anyag nincsen, mert a géprészek szolgálnak üzemi anyagul is; a gép úgy működik, hogy gépi alkatrészeit elégeti, így jut hozzá a működéshez szükséges energiához és azután kívülről felvett anyagokból készített üzemi anyagokból újra kialakítja a gép elhasznált részeit s mindez úgy megy végbe, hogy az üzemben egy pillanatra sem áll be zavar vagy szünet.

A protoplazma, mint koloid-rendszer, áll vízből, mint ú. n. dispergensből, amelyben különböző fehérjék és organikus anyagok (elsősorban lipoidok) mint ú. n. dispersum-ok oly kis részekre osztva fordulnak elő, hogy



mikroszkóppal egyáltalában nem láthatók. Ezekről a dispersum-ként szereplő parányi részecskékről úgyszólván napjainkig azt gondolták, hogy azok a sejtplazmában is ugyanolyan gömbölydedalakú lebegő részecskék, mint amilyenek az ismert többi kolloidokban fordulnak elő s így a sejtplazma is az ú. n. sphaero-kolloidok csoportjába tartozik. Ámde ez a föltevés az élő állományra vonatkozó beható legújabb vizsgálatok eredményeinek elemzése során megdőlt és helyet adott annak a tannak, mely szerint a szintelen, optikailag teljesen egynemű, az élet minden jelével kétségkívül felruházott sejtplazmában a kolloid-részecskék fonálalakúak és egymással összefüggők, miáltal a sejtplazma hálós (reticularis) szerkezetű, tehát az ú. n. lineár-kolloidok közé tartozik. Ennek felismerése azon alapul, hogy a sejtplazmának folyós (sol) és szilárd (gél) állapotában egyaránt olyan rendkívüli tulajdonságai vannak, melyek a rendes folyós és szilárd halmazállapottól lényegesen eltérnek és a protoplazma föltevéses sphaerokolloid-voltával ellentétben állanak, viszont mindezek az eltérő tulajdonságok kielégítően megmagyarázhatók, ha nem ragaszkodunk a protoplazma sphaerokolloid voltára épített okfejtésekhez.

Abban minden észlelő megegyezik, hogy a sejtplazma működő állapotában folyós, nyugalmi állapotában pedig félig szilárd vagy egészen szilárd halmazállapotú. Azonban mindkét esetben olyan teljesen rendkívüli tulajdonságai vannak, melyek sem a folyós, sem a szilárd testeken egyébként nem észlelhetők. így a rendes folyós halmazállapotra jellemző a rugalmasságnak és a kettős fénytörésnek hiánya, továbbá a belső súrlódás (viszkózitás) állandósága és függetlensége a nyomástól, ezzel szemben a sejtplazma folyós halmazállapotában rugalmas, ami folyékony volta dacára formaállandóságot biztosít, azonfelül kettős fénytörésű és a nyomástól függő belső súrlódása változó, vagyis a folyadékoktól teljesen eltérőleg ú. n. szerkezeti viszkózitása van. Az élő állomány tehát teljesen rendellenes viselkedésű folyadék, amely az ideális folyadékokra érvényes törvények egyikének sem engedelmeskedik. Hasonlóképpen eltér a sejtplazma szilárd (gél) állapotában is a rendes szilárd halmazállapotú testektől. így elsősorban rendkívüli sajátsága, hogy szilárdsága, rugalmassága és formaállandósága mellett rendkívül nagy (égésen 97%-ig terjedő) mennyiségű vizet tud megkötni, további rendkívüli és a szilárd testektől eltérő tulajdonságai: képlékenysége, fonhatósága, vagyis az a sajátsága, hogy ragadós felületéhez érintett tüvel belőle fonalat húzhatunk. További rendkívüli tulajdonságai: állandó hőfokon könnyen megy át szilárd halmazállapotból a folyósba s mechanikai

ingerekkel elfolyósítható (thixotropia); bizonyos anyagok részére átjárható, másokra pedig átjárhatatlan (semipermeabilis).

A protoplazmának most felsorolt rendkívüli sajátosságain felül egyéb tulajdonságai is arra a megismerésre vezettek, hogy a protoplazmának sajátosságos hálós submikroszkópi szerkezete van, melynek alapját a még ultramikroszkóppal sem látható, finoman elosztott és hálósán összefüggő, fonálásán megnyúlt részecskék alkotják. Ezt a hálós alaprészt, mintegy vázat, hosszú, fonálalakú, rugalmas fehérje-(polypeptid-)láncok alkotják, amelyek rövid oldalláncok útján egymással hálósán függenek össze és az így alkotott csodás molekuláris rácszatban vannak a sejtplazma többi részei: a víz, a lipoidok, a foszfatidok, a szervesen sók kationjai, továbbá a különböző hatóanyagok (enzymek, vitaminok és egyéb biokatalysatorok) elhelyezve, így jön létre az élő állománynak az a bámulatos molekuláris architektónikája, amely lehetővé teszi az életre jellemző sokféle kémiai és fizikai folyamatnak kis helyen, egy időben való rendezett lefolyását.

Az élő állomány parányi kolloid-részecskéi a sejtplazmán belül óriási belső felületet létesítenek, ami az élet szempontjából azért jelentős, mert a kolloid-részecskék biztosította óriási kiterjedésű belső felület adsorptio révén olyan reakciókat és hatásokat tesz lehetővé, amelyek egyébként már a reagáló anyagok kis mennyisége miatt sem következnének be. Azonfelül az adsorptiós reakciók rendszeren nem „nehézkés”, nagy energia-felhasználással és nagy idővesztéssel elbontható kémiai kötéseket (vegyületeket) eredményeznek, hanem jobbra fizikális természetű laza kötéseket, amelyek gyorsan keletkeznek és ismét gyorsan megszüntethetők, ezért az adsorptiós folyamatok könnyen és gyorsan szabályozhatók.

A kolloid-szerkezet teszi lehetővé, hogy a sejtplazmában a kolloid-szerkezet által létrejött és egymástól elválasztott belső felületeken *egyidejűleg* a legkülönbözőbb természetű és legeltérőbb irányú, sokszor éppenséggel egymással ellentétes hatású fizikai és kémiai folyamatok rendezetten mehetnek végbe. Közönséges, valódi oldatban ez lehetetlen volna, mert a tökéletes keveredés következtében a kémiai-fizikai folyamatok csakhamar egyirányba terelődnének.

Hasonlóképpen lényegbevágóan fontos az élet szempontjából a kolloidok nagy vízmegkötő képessége (hidratizálódása), továbbá duzzadásra és kocsonyaképződésre való hajlandósága, aminek a sejtplazmába bejutó és onnan távozó anyagok mértékének, sebességének és megtartásának szabályozásában jut nagy szerep. A protoplazma-kolloidok vízmegkötőképességének

telje biztosítja a fiatal korra jellemző intenzív, élénk életet és fokozatos megcsappanása indítja meg az öregedés szomorú szakát. A protoplazma-kolloidok ugyanis éppen úgy, mint ahogy azt a sokáig álló élettelen kolloidokon látjuk, idővel „megöregszenek“ s ez dispersitásuk fokának csökkenésében és vízmegkötő képességük megkevesbedésében nyilvánul. Az ember protoplazma-kolloidjai vízmegkötő képességének idővel bekövetkező változására vezethető vissza, hogy a háromhónapos emberi embrió testének víztartalma 94%, a születéskor ez 69%-ra, 20 éves korban 62%-ra és 70 éves korban 58%-ra csökken. A protoplazma-kolloidok vízmegkötőképességének ezzel a fokozatos alábbszállásával meglanyhulnak a folyós protoplazma-kolloidjai által éppen a folyós állapottal biztosított élénk anyag- és energiacsere-reakciók, minek következtében megcsökken az anyagforgalom (a gyermek, felnőtt és öreg ember anyagforgalma úgy aránylik egymáshoz, mint 143: 110: 100), kevesbedik az oxigénszükséglet (újszülött lélekzetvételeinek száma percenként 44, felnőtt korban 16), ennek folyományaként az élő protoplazma-tömeg mennyisége lassankint csökken, helyette egyre több anyagforgalmi termék rakódik le a sejtekben (zsír, pigment, az idegsejtekben lipofuscin, stb.), az értékesebb szöveti elemek kevésbé értékesekkel cserélődnek ki (pl. a rugalmas rostok helyét kötőszöveti rostok foglalják el, a porcok sorvadnak, a csontok likacsosabbak és rugalmasságukat elvesztve keményebbek és törékenyebbek lesznek), a vérerek fala rugalmasságát veszti és keményebb, vastagabb lesz, úrtartalma kevesbedik, ezért a szervekbe kevesebb táplálóanyagot és oxigént hozó vér jut, amit nyomon követ az egyes szervek fokozatos öregedése. S így folytathatnék tovább az öregedés és öregség többi tüneteinek elősorolását s eredetük elemzése végül mindig a protoplazma-kolloidok változásához vezetne. Aki meg tudná akadályozni a protoplazma-kolloidok vízmegkötőképességének fokozatos megcsappanását, úttörő diadalmas vezére lenne az öregség elleni küzdelemnek. Minden ember óhaja a hosszú élet, de mindenki retteg az öregségtől, pedig az öregség velejárója a hosszú életnek, mint ahogy a protoplazma-kolloidjainak megváltozása is velejárója az életnek és a múltnak. Fiatal korban a protoplazma-kolloidok változásai a folyósodás (sol), öregkorban a kocsonyás szilárdulás (gél) irányát követik s ebbe a biológiai törvényszerűségbe — sajnos — bele kell nyugodnunk. Az ifjú kor soloid-állapota az élet tüzeit és lángját éleszti, az öregkor geloid-irányzatú állapota viszont mind a kettőt mérsékli. Vigaszunk lehet, hogy az öregség tünetei tulajdonképpen egyúttal alkalmazkodások az élő állomány kolloidjainak természetadta meg-

változásaihoz és ennek következményeihez, ezért akkor is a valóságot szó-  
laltatjuk meg, ha azt mondjuk, hogy nem azért öregsünk meg, mert sokáig  
élünk, hanem azért öregsünk meg, hogy sokáig élhessünk.

## A SZERVEZETEK HATÓANYAGAI

(*biokatalizátorok*)

Még közelítő képet is lehetetlen vázolni arról a megszámlálhatatlanul  
sok folyamatról, mely minden élőlény fejlődéséhez, szervezetének kialakí-  
tásához és változatos életének fenntartásához szükséges. Természetesen e  
célra mellőzhetetlen a folyamatok egybevágó lefolyásának biztosítása. Min-  
den egyes életfolyamatnak az élő állományban egy bizonyos, egyenkint pon-  
tosan meghatározott helyen és időben, kellő sebességgel, arányos ütemben  
és a szervezet többi folyamataival szabályszerűen váltakozva, fogaskerék-  
szerűen, pontosan egymásba illeszkedve és a szükséghez képest ismét gyor-  
san kiiktatva, vagyis irányítva kell lefolynia. Ezen rendkívül finom és pon-  
tosan működő összhangzatos munka megindító és irányító szerepére a szer-  
vezetek egy a szeretlen világban sem ismeretlen és az iparban régen alkal-  
mazott eszközt: a titokzatos katalízist használják fel.

A katalízis szóval alapjában oly kémiai változást jelölünk, amikor két  
anyag egymásra hatását egy harmadik, az ú. n. *katalizátor* segíti elő anélkül,  
hogy e folyamatban a katalizátor felhasználódnék és a reakció végtermékei-  
ben szerepelne. E reakcióban a katalizátorok „puszta jelenlétükkel“ hoznak  
létre olyan kémiai folyamatokat, amelyek nélkülük észrevehető sebességgel  
nem mennek végbe, tehát a valóságban maguktól, a katalizátorok nélkül  
csak végtelen hosszú idő múltán következhetnének be. De a katalizátorok  
nemcsak megváltoztatják a kémiai átalakulások sebességét, ami lehetővé teszi  
a kémiai folyamatok szabályozását, és nemcsak olyan kémiai folyamatokat  
katalizálnak, melyekben két vagy több anyag vesz részt, hanem a kémiai át-  
alakulások összes lehetőségei közül csak az éppen kívánatos vagy szükséges,  
egészen határozott irányúakat befolyásolják, vagyis a katalizátorok a kémiai  
reakciók sebességének növelésén, siettetésén kívül a kémiai folyamatokat  
szabályozni és irányítani is tudják. A katalizátorok természetéhez tartozik  
még, hogy igen kis mennyiségük igen nagymennyiségű anyag átalakulását  
tudja gyorsítani, mert a katalizátorok maguk a reakció végtermékeiben nem  
találhatók meg; működésük arra szorítkozik, hogy csupán átmenetileg kap-

csolódnak azokhoz az anyagokhoz, amelyeknek reakcióit megindítják, azután ismét elválnak tőlük s ekkor új anyagokhoz kapcsolódhatnak. A katalizátorok tehát a katalízis folyamán változást nem szenvednek s ennek következménye a katalizátorok használatának gazdaságos volta.

A katalizátorok kémiai folyamatokat megindító, gyorsító, szabályozó és irányító működése teszi közreműködésüket az élő lényekben különösen alkalmatossá, sőt nélkülözhetetlenné, éppen ezért a szervezetek élő állománya a szervezetek fejlődéséhez és életfenntartásához szükséges, beláthatatlanul sokféle folyamat intézésére bonyolódott összetételű *szerves katalizátorokat*, úgynevezett *bio-katalizátorokat*, vagy más néven *ergonokat* termel.

ENZIMEK. A biokatalizátorok legjellegzetesebb képviselői az *enzimek*, amelyek minden szervezetben, az élőlények legparányibb élő részében megtalálhatók s nincsen az életben folyamat, amelyben kisebb vagy nagyobb részt ne vennének. Az életet elsősorban fenntartó anyag- és energiaforgalmi folyamatokban ők a fő aktív tényezők. A katalizátorokra jellemző tulajdonságokon felül az enzimek sarkalatos, egyetemes jellemzője, hogy minden enzim az élő állomány (protoplaszma) terméke, de hatásosságát az élő állománytól függetlenül is megőrzi, ezért a sejtekből, sejt- és protoplazmatörmelékekből alkalmas szerekkel (pl. vízzel, glicerinnel) kivonható és az így kapott enzim-oldatok hatásosak. Minthogy működésük folyamán nem használódnak el, az az anyagmennyiség, amelyet egy adott enzimmennyiség átalakíthat, igen nagy. Egy rész saccharase (nádcukorbontó enzim) például 200.000 résznyi nádcukrot tud elbontani. Hatásuk fajlagos, vagyis minden enzim csak egy bizonyos meghatározott anyagra hat. Vannak fehérjékre, zsírokra, szénhidrátokra stb. ható enzimek s ezek mindegyike csakis ezekre az anyagokra és ezeken a csoportokon belül is csupán a szorosan meghatározott összetételűekre hat. Hatásosságuknak pontosabb kísérleti vizsgálatából kiderült, hogy minden enzim két részből áll: egy hő iránt nagyon érzékeny (thermolabilis) fehérjeneműrészből, ez a hordozó (apoenzym = pferon) és egy, az előbbi felszínéhez tapadó, hőálló (thermostabilis) hatórészből (co-enzym = agon); e két rész csak együttvéve adja a működő enzimet, az ú. n. holo-enzym<sup>t</sup>, különválasztva a hordozó- és hatórész egy-egyében teljesen hatástalan. Az enzim hordozó-résztől függ, hogy az enzim hatásának kifejtése céljából milyen anyagokhoz kapcsolódik átmenetileg és a hatórésztől függ a hatás; minden enzimmél van tehát egy substratum-fajlagosság és egy hatás-fajlagosság. Az enzimek fajlagossága olyan mértékű,

hogy az enzimek szerkezetükben annyira pontosan alkalmazkodnak ahhoz az anyaghoz, amelyre hatnak, mint amennyire a kulcsnak illeszkednie kell a zárhoz, amelyet ki kell nyitnia.

Az enzimeknek most említett nagyfokú fajlagossága, párosulva hatóképességük szabályozhatóságával, teszi az enzimeket különösen alkalmassá az életfolyamatokban valló közreműködésre. Az enzimek ugyanis rendesen csak egy szorosan meghatározott folyamatot indítanak meg és gyorsítanak, de ezen hatásukat bizonyos anyagok (savak, lúgok, sók ionjai, enzim-termékek, sensibilizáló anyagok stb.) jelenléte, továbbá a szervezetben működő más biokatalizátorok (vitaminok, hormonok, gének, organizátorok stb.) is gátlólag, mérséklőleg vagy serkentőleg befolyásolják. Sőt a szervezetekben különleges aktivátorok és paralizátorok (antifermentek) vannak, amelyek az enzimek hatóképességét fokozzák, illetőleg megbénítják vagy megszüntetik. Ez a berendezés és az enzim létesítette folyamatoknak láncszerű egymásba kapcsolódása teszi lehetővé, hogy az enzimek működése a legfinomabb árnyalatokig szabályozható a szervezetben kialakuló pillanatnyi helyzetnek megfelelőleg. Minthogy az enzimek maguk kolloidok és működésük is, a bélbe ömlő emésztő enzimeken kívül, kolloid-rendszerben: a protoplazmában megy végbe, megvan a lehetősége annak, hogy minden parányi sejtben, a protoplazma különleges ultramikroszkópi szerkezete által létesített molekuláris rácsozaton belül, mind megannyi parányi kémiai gyárban, a legkisebb térre szorítva, a leggazdaságosabban, a legnagyobb effektussal, mégpedig egyidejűleg, a legellentétebb kémiai reakciók, építő és bontó folyamatok, szabályozottan folyhatnak le és a reakciók kész termékei továbbszállítva további feldolgozásra szoruló nyersanyagokká, vagy már felhasználásra és működésre alkalmas ható-anyagokká válhassanak.

Az enzimek harmonikus munkája akkor érthető meg a legjobban, ha egy elhaló sejtben, vagy szövetben kísérjük figyelemmel az enzimek munkáját. Az élő állomány elhalásával karöltve az életfenntartó enzimek működése közti önszabályozás megszűnik; az enzimek egymástól függetlenül, gátlás és szabályozás nélkül, teljes anarchiában lépnek sorompóba és az élő állományt, amelyet azelőtt egybevágó működésükkel éltettek, most szétrombolják; ezt a folyamatot *önemésztés-nek* nevezzük.

Néhány enzimet sikerült kristályosán előállítani, azonban ennek ellenére az enzimek kémiai szerkezetét még nem sikerült kideríteni. Annál pontosabban ismerjük hatásukat, ezért ezen az alapon szokás őket két főcsoportba osztani.

Az első főcsoportba a *hidrolizáló enzimek* (hydrolase) tartoznak. Az idesorolt enzimek különböző vegyületeket vízfelvétel közben kisebb molekulájú vegyületekre bontanak. Jellemző képviselői a szénhidrátokra (carbohydrase), zsírokra (esterase) és fehérjékre ható enzimek (protease). Jellemző tulajdonságuk, hogy csak a szénnek oxigénhez vagy nitrogénhez való másodlagos kapcsolatait bontják meg anélkül, hogy e révén nagyobb mennyiségű szabad energia szabadulna fel. Velük ellentétben az enzimek második főcsoportjának tagjai, a *tulajdonképeni anyagcsere-enzimek* vagy *lélekzési-fermentek* (desmolase), azokat a bontó folyamatokat gyorsítják, amelyek az anyagcserében szereplő szerves anyagoknak elhatározóan fontos szén-kötéseit választják szét s e révén a szervezetet kellő mennyiségű szabad energiához juttatják. Ide tartoznak a különböző *oxidáló és erjesztő enzimek* (oxydase, peroxydase, oxydoreductase, dehydrogenase, katalase, zymase stb.)

A hydrolase és desmolase nevű főcsoportba tartozó enzimek biológiai jelentősége egymást szervesen kiegészítő voltukban rejlik. A hidrolitikus enzimek egyrészt a szervezetek táplálékául szolgáló anyagokat építőköveikre bontják szét s ezáltal fajiságuktól megfosztják, felszívódásra, szállításra alkalmassá teszik, másrészt pedig ezekből az építőkövekből más protoplazma-működésekkel kapcsolatban kifejtett szintetikus hatásukkal a sejtekben felépítik a szervezetre jellemző, saját fajisággal bíró speciális alkotórészeket. A hydrolase csoport enzimjei ugyanis — mint az enzimek általában — nemcsak bontó, hanem bizonyos meghatározott körülmények között — s ezek megvannak a sejtekben — építő folyamatokat is indítanak meg. A hydrolasek szolgáltatják tehát ilyenformán az anyagot a sejtekben végbemenő tulajdonképeni energia-forgalmi folyamatokhoz, amennyiben a sejtekben lévő desmolase-csoportba tartozó enzimek hatására az élő állományba került szerves anyagok a szükséglettel arányos mértékben elbontódnak és a bennük megkötött kémiai energia szabaddá és az életfolyamatok fenntartására alkalmassá válik.

Ha az élő szervezetek táplálékainak sokféleségét vesszük tekintetbe, joggal azt vélhetnők, hogy az élők világa igen sokféle üzemi anyagot használ fel az élet fenntartásá^p^z szükséges energiaszerzés céljaira. Pedig a természet csak egyetlen tüzelőanyagból veszi a hajtóerőt az élet lángjának szításához. A régebbi felfogás ilyen üzemi anyagoknak tekintette a szerves vegyületekben megkötött szént, amelynek az oxidálása szolgáltatja az életfenntartó energiát. WIELAND H. és mások, köztük SZENTGYÖRGYI ALBERT vizs-

gálatai alapján ma úgy tudjuk, hogy az élő szervezetek tulajdonképeni egyetlen életfenntartó tüzelőanyaga a hidrogén s hogy az anyagcserében szereplő szerves táplálóanyagok velejében nem mások, mint különböző formába burkolt hidrogén-csomagocskák.

Energiafelszabadítás céljából a szerves anyagokat az élő szervezetekben az oxigén nem közvetlenül támadja meg — miként eddig hitték, — hanem az életfenntartó „égés“ lényegében a hidrogén-atomok lehasításából áll, amelyeket azután az oxigén oxidál. Ezt az egész folyamatot először igen egyszerűnek gondolták, jelesen úgy, hogy a tápláló anyagoktól a hidrogént a fehérjékhez kötött fématomok veszik át és továbbadják az oxigénnek, ámde a pontosabb vizsgálatokból kiderült, hogy a hidrogén útja sokkal bonyolódottabb. Mielőtt a fehérjékhez kötött fématomok működésbe lépnének, a hidrogénnek még a különböző savak egész sorozatán kell átmennie, így oxalecetsavon, almasavon, fűm ársávon és borostyánkősavon. Mindezek a különböző anyagok, melyekhez az újabb felfedezések révén valószínűleg még továbbiak is fognak csatlakozni, arra való, hogy a hidrogént magukba fogadják (vagyis mesterszóval: akceptálják, azért *hidrogén-akceptoroknak* is nevezik) és továbbadják. Miután a hidrogén így a közbülső állomások egész sorozatán keresztül ment és minden egyes lépésével vesztett energiájából, végül a már említett fehérjékhez kötött fém-atomokhoz (WARBURG *lélekezési fermentumá*) jutva eléri az oxigént, mely a hidrogént végül teljesen oxidálja, vagyis a hidrogénből víz keletkezik. Minthogy tudjuk, hogy egy molekula víz képződésekor 68.000 kalória szabadul fel, az előbb ismertetett bonyolódott folyamat arra való, hogy a hidrogén az oxigénnel ne reagáljon közvetlenül, mert ezen reakciónál oly mennyiségű energia szabadulna fel, mely egyrészt veszedelmes volna a szervezetre, másrészt a szervezet annak csak igen kis részét tudná értékesíteni, ezért a szervezet a gazda körültekintő gondosságával a hidrogén és oxigén reakcióját a szükséglet szerint apróbb szakaszokra tagolja. A hidrogén egyes állomásai tehát az energiatranszfer ütemének lassítására való. Am e ponton az a kérdés merült fel, hogy a hidrogén-részecskéknek állomásról-állomásra szállításában milyen tényező működik közre? Az eredmény igen meglepő volt, mert kiderült, hogy itt újabb biokatalizátorok bekapcsolódása vált szükségessé, nevezetesen SZENTGYÖRGYI ALBERT világszerte nagyhírű vizsgálatai szerint itt különösen az általa felfedezett ascorbin-sav, a C-vitamin visz igen fontos szerepet. A C-vitamin ugyanis a köztes hidrogén-akceptorok egyikétől átveszi a hidrogént, azt hidrogén-szuperoxidá oxidálja és azután továbbadja egy más köztes hidrogén-akceptornak, ettől



egy másfajta vitamin: a lactoflavin, vagy más néven a B<sub>2</sub>-vitamin veszi át a hidrogént. A hidrogén vándorlásánál tehát nélkülözhetetlen közvetítők a vitaminok, melyeknek jelenléte feltétlenül szükséges a szerves tápláfló anyagokban rejlő energia teljes kihasználásához.

Így kapcsolódik bele az enzimek munkájába a szervezetek másik fontos és az életre nélkülözhetetlen biokatalizátora: a vitamin.

A VITAMINOK az élő állomány alkotásai, de kész állapotban már többé nem élő, hanem holt részek, olyanok, mint pl. a fehérje, a cukor vagy a zsír, amelyeket szintén az élő állomány létesít. Abban is megegyeznek ezekkel a szerves anyagokkal, hogy csak a növényi sejtek tudják őket termelni végeredményben szerves anyagokból, ellenben az állati sejtek kevés kivétellel elvesztették a vitaminok képzésének ősi tulajdonságát. Az állatok és az ember vitamin-szükségletüket, melyre az élet fenntartásához feltétlenül szükségük van, vagy teljesen a növényvilágból fedezik, vagy kivételesen egyesek a növényből felvett előanyagokból (provitaminok) állítják elő.

A vitaminok az enzimeknél jóval kisebb testek és bár szintén bonyolódott összetételűek, ezeknél viszonylag egyszerűbb alkotásúak. Súlyuk a fehérje-molekulához képest kicsi, körülbelül annak 1/500—1/1000 része. Egy részük jól oldódik zsírban és zsírt oldó folyadékokban (kloroform, aether, benzín, szénkéng), de vízben nem, viszont másik részük fordítva viselkedik: például az A- és a D-vitamin az első, a B- és a C-vitamin a második csoportba tartozik. Némelyeknek vegyi szerkezeti képletét is sikerült megállapítani, sőt egyeseknek szintetikus előállítását is tisztázták.

Az enzimekkel megegyeznek abban, hogy szintén katalitikus hatású anyagok, azaz roppant kis mennyiségben előfordulva csupán pusztán jelenlétükkel a sejtekben olyan bonyolódott és eddig részleteiben még fel nem tárt kolloidchemiai és fizikai folyamatok sebességét fokozzák és szabályozzák, amelyek az élő állomány anyag- és energiacseréjére, növekedésére, fejlődésére, szaporodására, végeredményben tehát életére nélkülözhetetlenek. Az enzimekhez és hormonokhoz hasonlóan csak egészen meghatározott folyamatokra tudnak hatni, ami abból is kiderül, hogy pl. a skorbut-ellenes C-vitamin hatástalan azokba a folyamatokra, amelyek az angolkórt okozzák, az angolkór lefolyására viszont egy más vitamin: a D-vitamin hat. Hatásuk egyébként nagyon sokoldalú már csak azért is, mert az élő állomány minden folyamatában résztvevő enzimek működésének szabályozása az ő feladatuk és ők működnek közre a sejtekben végbemenő égésfolyamatok létre-

hozásában. Ha valamely szervezetben a vitaminok összerendeződésének rendes kombinációja megváltozik, vagy mennyisége hiányos, megszűnik az a harmóniás működésbeli egyensúly, amelynek létesítésében a vitaminoknak az enzimekkel és a hormonokkal együtt oly döntő részük van s előállnak az avitaminózis és hipovitaminózis néven ismeretes betegségek; ilyenek többek között pl. a beri-beri, a süly (skorbut), az angolkór (rachitis), a pellagra, a xerophthalmia (— a szem kötőhártyájának kiszáradása). Ezek a bajok bámulatos gyorsasággal és biztossággal meggyógyíthatók azon vitamin-féleség adagolásával, amelyiknek hiánya okozta a betegséget.

Az állatok és az ember vitamin-szükséglete nem állandóan egyforma, de mindig igen csekély; függ a fajtól, az egyén korától, életmódjától, nemétől; általános szabály, hogy a növekedőben lévő szervezetnek több vitaminra van szüksége, mint a teljesen fejlettnak. Az ember egészségének fenntartásához naponta átlag a legfontosabb vitaminokból a következő mennyiségek kellene: A-vitaminból (hámvédő vitamin) 3—5 mg (karotin alakjában), Bi-vitaminból (beri-beri ellenes vitamin) 0'5 mg, B<sub>2</sub>-vitaminból (pellagra elleni vitamin) 1—3 mg (kristályos lactoflavin alakban vagy 50—100 mg nicotinsavamid alakban), C-vitaminból (skorbut-ellenes vitamin) csecsemőnek 5 mg, felnőttnek 50 mg (kristályos ascorbinsav alakjában), D-vitaminból (angolkór-ellenes vitamin) 0'01 mg. A tapasztalatok szerint egyes vitaminok egyenlő irányban hatva egymás hatását támogatják, mások viszont egymás hatását csökkenthetik. Például az angolkór-ellenes D-vitaminnal elegendő mértékben ellátott szervezet angolkórt kaphat, ha bőségesen van A-vitaminnal ellátva, viszont az A-vitaminos túltáplálás káros következményei megszüntethetők D-vitaminnal. Hasonló összefüggés van az A- és a C-vitamin, továbbá az A-vitamin és a pajzsmirigy hormonja között. Az A-vitaminos túltáplálás esetében a pajzsmirigy megnagyobbodik, ellenben a pajzsmirigy túlzott működése mérsékelhető A-vitaminnal. Bár ilyen összefüggéseket észleltek a vitaminok hatása között, olyan synergismus (együtműködés) és antagonismus (ellentétes működés) a vitaminok hatásában nincsen, mely a normális anyagcserében számbaj öhetne és melynek következménye volna, hogyha a táplálékból valamely vitamin esetleg hiányzik, akkor ez a többi meglévő vitaminok tevékenységét is módosítja.

**HORMONOK.** A vitaminokkal rokon ható-anyagok a már közbeszédben is sűrűn emlegetett hormonok. E két biokatalizátor annyira közel áll egymáshoz, hogy közöttük a határ teljesen elmosódik. A vitaminokkal és az enzimekkel is közös tulajdonságuk, hogy a szervezetben rendkívül kis

mennyiségben fordulnak elő és mindig csak egészen határozott reakciók sebességét szabályozzák, eltérnek azonban tőlük abban, hogy míg az enzimek és a vitaminok a szervezet minden élő részében a protoplazma kolloidrendszerébe szorosan beillesztve fordulnak elő, addig a hormonok a testnek csak egy bizonyos meghatározott részében keletkeznek és nem itt, hanem a szervezet más részére elszállítva fejtik ki hatásukat. Működésük alapján találó rájuk a „kémiai hírnök“ név, mert a szervezetben olyképen hatnak, hogy a test egyik részéből a másikba eljutva a szükséghez képest megindítják a távolabb fekvő részek működését és ezzel a szabályozó tevékenységükkel megteremtik az egymástól elválasztott részek harmonikus együttműködését.

Elterjedtség és előfordulás dolgában a növények és az állatok hormonjai azzal az érdekességgel szolgálnak, hogy bár a növények és állatok egyaránt termelnek hormonokat, mégis a növény hormon-fajták száma sokkalta kevesebb az állatiaknál; minden jel arra vall, hogy a hormonok változatos sokfélesége az állatéleti szervekkel (izomzat, idegrendszer) párvonalasan alakult ki. Hatalmas arányú térfoglalásukkal karöltve az állati szervezetben a hormonokkal való szabályozás mellett az idegrendszer alakjában még egy másik fajta szabályozás is alakult ki. E két szabályozó rendszer között mindenütt szoros az összefüggés és bámulatatos a munkamegosztás: az egyes szervek közti hosszabb ideig ható tartós kapcsolat biztosítása a hormonális-rendszer feladata, ellenben a szervek közti gyors kapcsolatok létesítése és ezen kapcsolatoknak kiterjesztése a külvilággal való kapcsolatokra az idegrendszer és velük egybefüggő érzékszervek munkája. A magasabbrendű állatokban és az emberben különleges szervekben, az ú. n. befelé választó mirigyekben képződnek a sokféle működésű hormonok; ilyen főbb mirigyek: a pajzsmirigy, a mellékpajzsmirigy, a mellékvese, hasnyálmirigy, toboztest (epiphysis), csecsemőmirigy (thymus), petefészek, here és különösen az agyfüggelék (hypophysis), mely húsznál több hormonjával a szervezet többi hormonjaira is hatva úgyszólván valamennyi vegetatív működés (anyagforgalom, növekedés, fejlődés, szaporodás) szabályozásában uralkodó szerepet visz, ezért a legmagasabbrendű emlősökben és az emberben ma az agyfüggelékot tekintjük a szervezet hormonális-rendszere középpontjának.

A hormonok szabályozó hatása a szervezet fejlődési (evolutiós), működési (functionalis) és alaki (morphologiai) folyamataira egyaránt kiterjed. Működésük lehatol az élet ősforrásáig, a protoplazmáig s már ott az enzimekre és vitaminokra gyakorolt szabályozó hatásukkal alapozzák meg a

fejlődés, a működés és az alak útját. Jelentőségük különösen azóta nőtt nagyra és a közfigyelem is azóta terelődött rájuk oly feltűnő mértékben, amióta ismeretessé vált, hogy a hormonok valamelyikének hiánya, fölösen túlzott volta, sőt a rendestől eltérő mennyiség- és minőségbeli aránya az emberben súlyos betegségeket, végzetes zavarokat okoz nemcsak testi, hanem a lelki és szellemi élet terén is. Ámde a hormonkutató bámulatos kísérleti eredményei megteremtették a segítség biztos eszközeit is, mert a szervezet hormonális egyensúlyának helyreállítása a csodával határos módon megszünteti a bajokat. Itt segítségünkre van a hormonok azon jellemző tulajdonsága, hogy hatásuk nem szorítkozik csupán annak a fajnak egyedeire, amelyek termelték; hatásuk a faj kereteit meghaladja s ezért ugyanazokkal a hormonokkal a legkülönbözőbb fajokon is hasonló hatásokat érhetünk el. A hormon-hatások tervszerű felhasználásával a régmúlt idők sejtlenes vágyakozásai kezdenek valóra válni. Hormonokkal sikerült már törpe állatokból óriásokat, hímekből nőstényeket, nőstényekből hímeket nevelni, a növekedést gyorsítani, a hízékonyságot, a tejelválasztást feltűnő nagy mértékben fokozni, az állatok alakját, fejlődését, egész életmódját, ösztöneit megváltoztatni, az öreg állatokat legalább egy időre „megfiatalítani“, sőt — ami az embert elsősorban érdekli, — hormonokkal módunkban van a régen biztosan elpusztuló cukorbeteg és vészes vérszegénységben szenvedő embereket az életnek megmenteni, a hiányos hormontermelés következtében kreténné vált embereket pedig az állatokon túlemelkedő értelmi fokra fel-emelni.

A hormonok, mint kémiai hírnökök, a testfolyadékba (vér, nyirok) kerülve, természetesen az egész testben szétterjednek, de hatásuk csak azokra a sejtekre, szövetekre és szervekre szorítkozik, amelyek rájuk, mint ingerlő anyagokra, reagálnak. A hormonok hatása iránt persze a különböző szervek különböző mértékben érzékenyek és arra különbözően reagálnak, ezért ugyanazon hormon a test különböző helyein más és más hatást vált ki. A hormonok egymást is kölcsönösen befolyásolják, azonfelül hatnak az idegrendszerre és egyes hormonok az idegrendszer hatására keletkeznek. A hormonok mindegyike hathat más hormontermelő szervek működésére s azokat tevékenységre serkenthetik vagy munkájukban gátolhatják, hatásukat fokozhatják vagy alászállíthatják. A hormonhatás azonban alapjában véve nem titokzatos, mert egyesegyedül a hormonok keltette ingerre reagáló sejtek, szövetek vagy szervek természetmegszabta ingerfeleletétől függ, ez pedig fajilag meg van határozva. Minden sejt, szövet, szerv hormonhatásra

csak azzal felelhet, ami sajátja, csak a reakció bekövetkeztének idejében és gyorsaságában van eltérés s ez hoz azután létre, különösen az egész kiegyensúlyozott hormonrendszer működésének diszharmonikus megváltozása révén összegeződve olyan új változásokat, amelyeket az avatatlan a hormon különleges, titokteljes, megmagyarázhatatlan hatásának hajlandó tulajdonítani.

Még a magasabbrendű növényekben is hiányzik az idegrendszer, ezért szervezetük részeinek működésbeli összekapcsolása csak a nedvkeringés útján a testben elterjesztett és mindenhová elszállított kémiai hírnökök, vagyis hormonok közreműködésével történhetik. A tapasztalatok szerint valóban különleges hormonok irányítják a növények növekedését és testtájai kialakulását. A növény tudvalevőleg felső részén mindig leveleket, alsó részén pedig gyökereket hajt s ez a tulajdonsága akkor is megmarad, ha például a dugványt a rendestől eltérő helyzetben tesszük a földbe. Ekkor is az eredeti felső rész fog hajtani leveleket és az eredeti alsó rész gyökereket. Az a rendező tényező, mely arra kényszeríti a növényt, hogy felső részén leveleket és virágokat, alsó részén gyökereket fejlesszen, a szárcsúcsban fejlődő és a tő és gyökércsúcs felé vándorló hormonban rejlik. Ez az *auxin*-nak nevezett hormon a szárcsúcsból lefelé vándorolva nemcsak növekedésre serkenti a növényt, hanem egyúttal levelei és gyökerei fejlődésének helyét is megszabja, mit kísérlet igazol. Ha ugyanis a tenyészőcsúcsnak naponta megismételt levágásával megakadályozzuk a hormonképződést és annak lefelé áramlását, a szintén levágott gyökércsúcs helyén nem gyökerek, hanem levelek fejlődnek. Sőt a hormon irányító és szabályozó hatását még világosabban láthatjuk, ha a felül és alul elvágott gyökértörzsdarab közepét félig vízszintesen bevágjuk és ebbe a résbe vékony csillámlemez helyezünk; a csillámlemez megakadályozza a lefelé irányuló hormonáramlást a gyökértörzs egyik hosszanti felén s íme a gyökértörzsnek ezen a felén alul levelek fejlődnek, míg a másik hosszanti felén, amelyen zavartalanul haladhatott a hormon-áramlás lefelé, rendes gyökerek képződtek.

Hasonlóképpen az auxin- és a bios-csoportba tartozó hormonok szabályozzák a sejtek megnyúlását és osztódását s így a növények növekedését, ezért ezeket a növényi hormonokat közös gyűjtőnéven *növekedési-hormonoknak* szokás nevezni. Az auxin-ok a magasabbrendű, a bios-ok az alacsonyabbrendű növények növekedését szabályozzák. Az auxinokat agar-agar lapocskával fel lehet szívatni úgy, hogy a növények levágott tenyésző-csúcsa

alá helyezük s a tenyésző-csúcsban fejlődő auxinok a lemezkébe vándorolnak; az ilyen auxin-tartalmú agar-agaros lemezkék ráhelyezésével pótolni lehet a levágott tenyésző-csúcsú növényeken a tenyésző-csúcs hiányát, amely a növény továbbnövekedésének megszüntét okozza. Az auxin- és a bios-csoport hormonjai kémiai alkotásukban lényegesen különböznek egymástól; az előbbi csoport tagjai aetherben oldhatók és könnyen oxidálhatók, az utóbbiak aetherben oldhatatlanok és oxidációállók. Az auxinok szinte hihetetlen hígításban is hatásosak; KÖGL vizsgálatai szerint a milligramm ötvenmilliomodrésze is serkentőleg befolyásolja a növekedést.

Az auxinokat gyökérnövesztő képességük miatt ma a kertészek a gyakorlati életben is felhasználják, különösen azóta, amióta kiderült, hogy az auxinok gazdag forrása a vizelet, amelyből kellő mennyiségben könnyebben állíthatók elő, mint a növények tenyésző-csúcsából. A vizeletbe az auxinok (a- és b-auxin) a táplálékból (növényi és állati zsírokból) kerülnek, a heteroauxin pedig a fehérjék bomlástermékéből (tryptophan) keletkezik a bélben élő mikroorganizmusok anyagcseretermékeként, melyet a vese választ ki.

A növényeknek még más hormonjaik is vannak, ezek sorából a virágzást kiváltó ú. n. florigen hormonokon kívül különösen említésre méltók a csírasejtek (gaméták) nemiségét (sexualitás) meghatározó *termonok* és a gamétákat aktiváló és a copulatio céljából irányító *gamonok*. A gamonok két fajtája ismeretes. Az egyik a gamétákat aktiválja, azaz a mozdulatlanokat mozgékonyosságra serkenti, a mozgékonyak mozgását gyorsítja; ezt sikerült a gamétákat tartalmazó vízből tisztán előállítani és a crocin-nal azonosítani. A másik gamon a különböző sexualitású gamétákat egybeolvadásra (copulatio) serkenti; ez a hormon a gamétákat tartalmazó vízben csak kék- vagy ibolyaszínű sugarak hatására áll elő és hatása a cis-crocetindimethylester-ével egyezik meg. A cis-crocetindimethylester később részben trans-crocetindimethylesterré alakul át. A kísérletekből kiderült, hogy a sötétben tartott női gaméták csak olyan vízben válnak egybekelésre alkalmassá, mely 3 rész cis- és 1 rész trans-crocetindimethylester-ből áll, viszont a sötétben nevelt hím gaméták csak az 1 rész cis- és 1 rész trans-crocetindimethylester-t tartalmazó vízben aktiválódnak.

Még érdekesebb hatású hormonok a *termonok*, amelyeknek szintén két fajtája van: 1. a női gaméták által termelt gynotermon és 2. a hím gaméták hormonja, az androtermon; az előbbi a picrocrocinnal, az utóbbi a safranallal azonos. Érdekes és biológiailag jelentős megállapítás, hogy a picrocrocint

(tehát gynotermon-t) tartalmazó oldatba tett kevertivarú gaméták mind nőneműekké lettek, a safranal-t (tehát andotermon-t) tartalmazó oldatba jutottak pedig mind hímneműek lettek. Minthogy a kísérletek szerint a picrocrocin és sátránál aránya határozza meg a nemiséget, ebből következik: 1. hogy minden csírasejt tulajdonképpen mind a két nem alapítékát magában egyesíti és hormonok szabják meg, hogy melyik nem alakul ki; 2. minthogy a hormonok mennyiségi aránya különböző lehet, ezért a csírasejtek különböző erősségű sexualitással fejlődhetnek, vagyis a sexualitás relativitásának tételét kísérletek igazolják.

Talán nem érdekességnélküli annak külön kiemelése, hogy a most említett növényi sexualis hormonok mind egy anyagból, a picrocrocin-ból származnak. A picrocrocin a glukoizidákhoz tartozik és ebből enzimek hatására keletkeznek: a crocin, vagyis a gamétákat aktiváló hormon, továbbá a női nemet megszabó picrocrocin (= gynotermon) és a hímnemet megszabó safranal (= andotermon) nevű hormon. A két különböző nemet eldöntő hormon csak két, illetőleg egy cukor-molekula tartalomban különbözik egymástól. A vizsgálatok szerint különben a magasabbrendű állatok és az ember sexualis hormonjainak fajlagossága is kismértékű, úgyhogy különböző nemű csírasejthormonok biológiailag közös eredésűek és egymással aránylag könnyen alakulhatnak át; a hím és női nemi jellegek kialakulása a nemi különbözőséget okozó sexualis hormonok jelenlétének arányán múlik. A férfi és nő nemi hormonjai is egyszerű sterol-származékok és a férfi nemi hormonjának, az androsteron-nak és a női hormon-nak, vagyis az oestrinnek és a progesteron-nak kialakulása csupán egy és ugyanazon alapvető sterolváz oldalláncához kötött külön hydroxyl- vagy methylcsoport jelen- vagy jelen nemlétének múlik. Meglepő, hogy a természet milyen egyszerű eszközökkel dönti el a legnagyobb problémák egyikét, a *sexualitást!*

ORGANIZATOROK. Talán semmi sem tölti el oly egyenlő bámulattal a tudományban avatatlan embert és a tudóst egyaránt, mint az a nap-nap mellett észlelt megszokott jelenség, hogy az egyszerű alkotásának látszó kis petéből vagy tojásból bámulatos belső átalakulások után a petét vagy tojást fejlesztő állathoz hasonló bonyolódott szervezetű lény fejlődik. A fejlődéssel kapcsolatos formabeli változásokat a biológia egyik aránylag korán kifejlesztett külön hajtásának, a fejlődéstannak pontos észleleteken alapuló leírásaiból ma már részleteiben is ismerjük, ezért a kutatók figyelme immár nehezebb problémák felé irányul: megtudni, milyen tényezők működnek

közre a szervezet kiformalódásában; mi indítja meg azt a törvényszerű folyamatot, amelynek látható eredményeként a szervek mindig meghatározott időben és sorrendben, egymással szoros, tervszerű kapcsolatban alakulnak ki? Nagy volt a csodálkozás, amikor a Nobel-díjas SPEMANN és iskolája vizsgálataiból kiderült, hogy ennek a titokzatos szerveződésnek különleges „organizátorok“ a megindítói s a csodálkozás még fokozódott, amikor NEEDHAM és WADDINGTON újabban kimutatták, hogy ezekből a csírák megmaghatározott helyén fekvő és onnan mikromanipulátorral kivágható organizátorokból forralással és fagyasztással szemben ellenálló kivonat készíthető és ez szakasztottan éppen úgy irányítja a csíra szerveződését, mint a csírában lévő organizátor. Eszerint az organizátorok is hormonszerű hatóanyagok termelői.

Az organizátorokat és működésüket SPEMANN a békák és a gótéak fejlődésének tanulmányozása során fedezte fel, ezért az organizátorok természetét a legvilágosabban úgy ismerhetjük meg, ha az ő alapvető kísérleteit vesszük szemügyre. A békák és gótéak tudvalevőleg petéből fejlődnek. A termékenyített pete osztódásából egy sejthalmaz (morula) keletkezik, melynek sejtjei tovább szaporodva és belül üreget formálva, hólyagalakú csírákat (blastula) alkotnak. A hólyagalakú csíra később egy helyen, melyet összajának nevezünk, úgy kezd betűrődni, mint egy benyomott gumilabda, melyből a levegőt kiszoríthatjuk. E fejlődési szakon a csíra kétrétegű; a külső réteg: a külső csíralevél (ectoderma), a belső réteg: a belső csíralevél (entoderma); még később e két réteg között egy harmadik, a középső csíralevél (mesoderma) alakul ki. A betűrődött belső csíralevélnek két része van: egy hátoldali keskenyebb (ez az ú. n. ősbélfedő) és egy hasoldali szélesebb része, utóbbi az ú. n. ősbélalap. A hátoldali külső csíralevél közepén fejlődik a peterakás után körülbelül 36—40 óra múlva a külső csíralevél sejtjeiből az idegrendszer alapítéka: a velőlemez. Ennek helyét az ősbélfedő határozza meg, mert a velőlemez mindig az ősbélfedő fölött fejlődik és alatta a gerinchúr alakul ki, a külső csíralevél többi sejtjei, melyek alatt a hasoldali ősbélalap helyezkedik el, mindig csak közönséges hámsejteké alakulnak. Most már az a meglepő, hogyha az ősbélfedőt eltávolítjuk, akkor a csírán sem velőlemez, sem gerinchúr nem fejlődik és a csíra további fejlődése megakad, viszont ha az ősbélfedőből részeket a csírának a hasoldalán levő részébe ültetünk be, akkor a beültetés helyén olyan külső csíralevél-sejtekből, melyekből mindig csak hámsejtek lesznek, velőlemez fejlődik. Ugyanilyen



lesz az eredmény, ha az ősbélfedő részeit vagy méginkább az ősbélfedőnek az összaj-ajak hátoldali peremét alkotó darabkáját más fiatalkorú békacsírák hasoldali részébe ültetjük be, mert a beültetett részek organizáló hatására ott is velőlemez és gerinchúr fejlődik. Sőt ha a béka hátoldali összajajkából darabkákat másfajú békák vagy éppenséggel egészen más nemzetségbe tartozó góték fiatal csirájának hasoldali részébe ültetünk be, akkor ott is egy másik új gerinchúr és velőlemez fog fejlődni. A hátoldali összajajak határozza meg tehát a békacsíra két legfontosabb szervének, a gerinchúrnak és velőlemeznek helyét, nagyságát és előállításának idejét s ezzel az organizátor megállapítja egyúttal az elindított továbbfejlődési folyamatnak az irányát is. A középső csíralevél feje része és a belső csíralevélnek az a része, amelyből a fejbél alakul ki, organizátora az agyvelőnek. A velőlemez elülső feji része mint másodrendű organizátor azután a fejlődés későbbi szakán megindítja (indukálja) az érzékszervek (szem, halló- és szaglógödör) kialakulását, a gerinchúr és a törzsisomzat középsíraleveli telepe pedig a gerincvelőét s ehhez igazodnak sorjában a többi szervek. Az olyan organizátort, mint amilyen a hátoldali összaj-ajak, mely egy egész egyén kifejlesztésére képes, elsőrendűnek nevezzük. A fejlődés folyamán az egyes csírarészekben az elsőrendű organizátor másodrendűeket, ezek ismét harmad-, negyed-, ... n-ed rendű organizátorokat létesítenek, ezek azonban már csak a közvetlen magasabbrendű organizátorok területén belül fejtik ki organizatórikus tevékenységüket. Eszerint a *csírában a fejlődés során a szervezet részeinek helyét és fejlődési sorrendjét a fokozatosan egymást kialakító organizátorok fokról-fokra előrehaladva határozzák meg*. Az egymást felváltó organizátorok működésének egymásutánja biztosítja a fejlődés zavartalanságát és a szervek szabályszerű egymásutánban való kifejlődését.

Az organizátorok működésének megítélésekor két tény figyelembevételre különösen fontos. Az első az a tapasztalat, hogy az organizátor organizáló és fejlődést indító erejét csak a csíra egy bizonyos meghatározott fejlődési szakán tudja kifejteni. Ha egy organizátor-darabkát, mely a fejlődés korai szakán a csíra bármely részébe beültetve velőlemez és gerinchúr kialakulásának megindítására képes, olyan előrehaladottabb fejlődési szakon levő csíra hasoldalába ültetünk be, mely már idegrendszerét kifejlesztette, organizáló hatását már nem tudja kifejteni. Minden organizátor hatóképessége csak egy bizonyos időre, nevezetesen a csíra fejlődésének csupán egy meghatározott szakára szorítkozik. A másik tapasztalat, amire a vizsgálatok vezettek, az a megállapítás, hogy az organizátorok hatásukat kémiai anya-

fokkal fejtik ki. A kísérletezők ugyanis az organizátort szétdarabolták, péppé dörzsölték, felhevítették, megfagyasztották vagy kiszáritották s íme, megfelelő korú fiatal csirába beültetve mégis kifejtette rendes hatását, vagyis a csíra egész szokatlan helyén velőlemez, gerinchúr stb. fejlődését indította meg; az organizátor hatása tehát nincs az előre jellemző szerkezethez kötve. Az organizátorból készített alkoholos és aetheres kivonatokkal telített agar-agar lemezek a csirába beültetve, hasonlóképen kifejtették a rájuk jellegzetes organizátori hatást.

Az organizátorokról szóló eddigi vizsgálati eredményekből azt kell következtetnünk, hogy az organizátorok a fejlődő csírának olyan területei, amelyek hormonszerű anyagok termelésével és azoknak a szomszédos csírárészekbe való juttatásával irányítják a fejlődés menetét. Ezen organizátor-termelte anyagok hormon és biokatalizátor természetét az is igazolja, hogy kis mennyiségekben is nagy hatást tudnak kifejteni a termelés helyén túl, továbbá, hogy hőállóak és a hormonokhoz hasonlóan nem fajlagosak, vagyis hatásuk nincs egy fajra korlátozva; a közönséges kecskebéka organizátora például hat nemcsak az összes békafajok csíráira, hanem a tarajos götte, a szalamandra és más farkos kétéltűek csíráira, sőt a tyúk és a kacsá csíráira is.

**GÉNEK.** A biológia legsarkalatosabb alaptételeinek egyik legnevezetesebbje, hogy örökléskor nem a tulajdonságok öröklődnek, hanem azoknak láthatatlan alapítékai, úgynevezett gén-jei, melyek a csírasejtek magjában lévő kromoszómák meghatározott helyein, vonalas irányban elrendezkedve foglalnak helyet és a csírasejtek közvetítésével jutnak egyik nemzedékből a másikba. Az ivarosán szaporodó szervezetek tulajdonságai két-két gén-nel, vagyis egy-egy gén-párral vannak a szervezetben képviselve, ezek egyike apai, másika anyai eredetű. A kísérletek tanúsága szerint a gének az örökölhető tulajdonságok alakulásának bizonyos lehetőségeit határozzák meg, amelyből az adott viszonyok a gének által megszabott lehetőségek valamelyikét valósítják meg.

A gének és a velük kapcsolatos kifejlődött tulajdonságok közti összefüggés természetéről és mikéntjéről ismereteink még szerfölött hiányosak, a szabatos kísérletek eredményei csak azt igazolják kétségkívüli biztonsággal, hogy ez az összefüggés valóban megvan és hogy az mindig törvényszerű. Ha a géneket Röntgen-sugarak vagy más rövidhullámú sugaraik (X-sugarak, kathód-sugarak stb.) érik, a gén megváltozik s ez a vele kapcsolatos tulajdonságok megváltozásával jár. A sugár-dózis és a megvál-

tozás (mutatio) gyakorisága között kimutatható egyszerű mennyiségben összefüggésből következik, hogy a gén-nek megváltozása egyszerű fizikai-kémiai folyamat, mely minden bizonnyal atomcsoportok átrendeződésének következménye. Ezért nagyon valószínű, hogy a gén csak egy egyes molekula- vagy kristályszerű atómkapcsolatot képvisel a kromoszómán belül. Ezeknek a bizonyos fokig a gén természetébe hatoló vizsgálatoknak ellenére a gén és a vele kapcsolatos tulajdonság kifejlődése közti kapcsolat továbbra is rejtély marad.

A legújabb időben több kutatónak rovarokon, mégpedig lisztmolyon (*Ephestia kühnellia*), feketehasú muslicán (*Drosophila melanogaster*) és a dió fürkészdarázsán (*Habrobracon juglandis*) végzett vizsgálataival sikerült kísérletekkel bebizonyítható módon kimutatni, hogy a gének és a tőlük függő tulajdonságok közé specifikus ható-anyag, ú. n. gén-hormon van közbeiktatva s kimutathatólag ennek közvetítésével hat a gén a vele kapcsolatos tulajdonságok kialakulására.

A gén-hormonoknak kémiai természetéről még keveset tudunk. Azt azonban sikerült megállapítani, hogy vízben, hígított alkoholban és acetonban oldhatók, dializálhatók és hőállóak, de sem az ismert közönséges fehérjék, sem a lipoidok közé nem tartoznak. További tulajdonságuk, hogy szövetpépben oxigén hatására könnyen elbomlanak, forralással azonban állandósíthatók. A többi hormonokkal megegyező sajátosságuk, hogy a vér útján terjednek szét a testben és hogy faji specifikitásuk nincsen, ezért például a lisztmoly gén-hormonja a tőle fajilag távolálló *Acidalia virgulata* nevű araszoló pillére is hat. Az eddigi kísérletek szerint a gén-hormonok csak közvetve, vagyis a sejtek élő protoplazmájára gyakorolt irányító hatásuk útján működhetnek közre a tulajdonságok kialakításában.

A gén-hormonok létének és működésének kimutatása révén immár az öröklés rejtélye is a biokatalizátorok vizsgálatának körébe került és így exakt biochemiai vizsgálati módszerekkel is megközelíthetővé vált. Meglevő örökléstani ismereteink, melyekre minden biológus méltán büszke, újabakkal fognak bővülni, ámde a gömbfelület módjára gyarapodó ismereteinkkel egyúttal egyre nagyobbodik az a felület, amely az ismeretlennel érintkezik. A tudomány embere ezt jól tudja, mégis teljes erejével iparkodik a megismerés gömbjét növelni s nem ijed meg a vele egyre nagyobbodó ismeretlentől. Ez a tudományban az a hősi jellemvonás, amely a kutatót a világ minden hőse fölé emeli.

## ÖRÖKLÉS.

A természet legáltalánosabb érvényű igazságainak egyikét fejezte ki meglepő velős tömörséggel MADÁCH, amikor „Az ember tragédiájában Lucifer útján Ádám figyelmébe ajánlja, hogy „örök levés és enyészet minden élet“. A szinte áttekinthetetlenül változatos szervezetekhez kötött csodálatos életnek valóban ez a két alapvető tulajdonsága az élők világának legegységesebb jellemvonása. Csak a származásilag egybekapcsolt és egymásból fakadó élő egyedek szakadatlan láncolata biztosítja a folytonos megújulásban és újrakejlődésben nyilvánuló örök levést, az egyes egyednek pedig az enyészet a sorsa. A halálnak, mint végzetes kilélekezésnek, a születéshez hasonló fontos szerep jut az élet nagyszerű kibontakozása tüneményes folyamatában. A milliók ezreivel mérhető idő során a hullák megszámlálhatatlan billióin halad az élet a fejlődés útján. A törvényszerű sorrendben letűnő és nyomukba lépő, belőlük kisarjadzó nemzedékekkel éri el a természet, hogy az élet mindig fiatal, képlékeny, sohasem válik vénhedtté, mert fiaiban folyton megújul. Csupán az egyedek halálának árán sokasodhatik az élet és őrizheti meg az újrakejlődéssel kapcsolatos folytonosságát, melynek hatásos fenntartója a szaporodáshoz társult *öröklés*.

Az öröklés eredeti értelme szerint valamely tulajdonnak az utódokra: az örökösökre való átvitelét jelenti. Ilyen összefüggésben használatos az öröklés azon tény jelzésére is, hogy a szülők testi és lelki tulajdonságai át-származnak a gyermekekre. Ezzel azonban a köznapi fogalomnak a biológiai értelemben való használata szűkebb határok közé szorul, mert a gyermekek szüleiktől és testvéreiktől tetemesen különbözhetnek is s a szülők tulajdonságai csak az unokákon vagy a dédunokákon jelenhetnek meg. A jellemvonások egyszerű átviteléről tehát nem lehet szó, az öröklés a valóságban sokkal bonyolódottabb, sőt gyakran annyira szövevényes, hogy az öröklésnek inkább szeszélyességéről, mint a törvényszerűségéről beszélhetnénk.

Az öröklés rejtélyének megértését az is megnehezíti, hogy a gyermek egyetlen kicsi, egyszerű szerkezetű petesejtből fejlődik, melyről még a leg-erősebb nagyítóval sem állapítható meg, hogy milyen lény lesz belőle. Azonfelül nem a tulajdonságok maguk vitetnek át a termékenyített petesejt útján az utódokra, hanem csak az a képesség, hogy az elődök bizonyos tulajdonságai az egyéni fejlődés során az utódon megjelenjenek. Ezeknek a képességeknek valamilyen módon és valahol „alapítékok“ alakjában a terméke-

nyítt petesejtben meg kell lenniök. Az öröklés tehát biológiai értelemben az öröklési alapítékoknak, az úgynevezett géneknek, egyik nemzedékről a másikra való átszarmaztatása a csírasejtek közvetítésével.

E ponton azonban újabb nehézségek merülnek fel. Ha az öröklési alapítékok a szülőkről a gyermekekre származnak át, miért nem egyformák a gyermekek, miért juthatnak a gyermekek olyan tulajdonságokhoz, melyek vagy csak az apai, illetőleg az anyai szervezetben voltak meg, vagy pedig nem voltak meg egyikben sem, de megvoltak a nagyszülőknél, vagy éppen-séggel a dédszülőknél, esetleg az ősök valamelyikénél, és miért jelennek meg az egyik gyermekben az elődök tulajdonságai éppen csak egy bizonyos kombinációban s viszont testvéreibe megint más egybeállításban?

Mindezek a kérdések oly régiek, mint a természet szembeötlő jelenségein való töprengés általában s tisztázásuk az utolsó négy évtized kutatásainak nagy vívmánya azon számadatokon nyugvó kísérleti alapon, amelyet MENDEL GERGELY 1865-ben rakott le, de amelyet csak 1900-ban tárt fel újból három biológus, a hollandus DE VRIES, az osztrák TSCHERMAK és a német CORRENS.

MENDEL és tanainak első újrafelfedezői kísérleteiket növényeken végezték, de csakhamar egyre nagyobb számban tolultak homloktérbe az állatokra vonatkozó hasonló vizsgálatok és 1906 óta az ember szövvényes öröklésének megismerése céljából is megindultak a tervszerű észleletek, amelyeknek feldolgozása olyan exakt módon történik, hogy eredményük szabatoságában vetekedik az állatokon és növényeken elért kísérleti megállapításokkal. Az ilyen módon kiépített örökléstani kutatások egyértelmű biztossággal nemcsak azt igazolták, hogy MENDEL magyarázata a növények, állatok és az ember öröklési folyamataira egyaránt érvényes, hanem azt is lehetővé teszik, hogy az utódok öröklési módját számokkal igazolható módon előre jelezhessük, ezért ma már jogos büszkeséggel beszélhetünk öröklési törvényekről.

A MENDEL nevét viselő öröklési törvények röviden három pontban foglалható össze s mindegyikük abból a sokszorosán igazolt tényből indul ki, hogy minden ivaroson szaporodó szervezetnek minden tulajdonsága egy-egy öröklési alapíték-páron (gén-páron) alapszik, amelyeknek egyike az apától, a másika az anyától származik; ha mindkét alapíték egyenlő irányú, akkor a szervezet tisztavérű (homozygota), ha azonban különböző irányú és így az egyik uralkodó (domináns) és a másik lappangó (recessív), akkor félvérű

(heterozygota). Az előbbieket, vagyis a homozygoták tisztán örökítik át tulajdonságaikat, a heterozygoták ellenben felemásan.

1. *Az első Mendel-féle törvény: az eltérő tulajdonságú, tisztavérű szülőktől származó első nemzedék egyformasága (uniformitása).* Ha két, egymástól valamely tulajdonságban eltérő, tisztavérű (homozygota) egyént keresztezünk egymással, akkor az első nemzedék összes tagjai ebben a jellemvonásban egymáshoz hasonlóak s vagy az egyik szülőhöz hasonlítanak (domináns öröklés), vagy a két szülő között állanak (intermediaer öröklés), de sohasem fordul elő, hogy ezen nemzedék egyes tagjai ebben a jellemvonásban az egyik, más tagjai a másik szülőhöz hasonlítsanak és megint mások a két szülő között álljanak.

Például, ha egyszínű és feketecsíkos-házú kerti csigákat keresztezünk, az első nemzedék egyformán egyszínű és csíktalan lesz (domináns öröklés); fekete andalúziai házityúknak fehér kakással történt keresztezéséből származó első nemzedék egytől-egyig kékes palaszínű andalúziai tyúkokból és kakasokból áll (intermediaer öröklés). Az ibolyaszínű és fehérvirágú borsó keresztezéséből MENDEL az első nemzedékben csupán ibolyaszínű virágú borsókat kapott (domináns öröklés), viszont a vörös- és fehérvirágú csodátólcsér (*Mirabilis jalapa*) első nemzedékű utódai rózsaszínűek (intermediaer öröklés). Embernél a gyapjashajú néger és símahajú európaiak frigykötéséből csupa gyapjashajú utód származik. Nemcsak normális, hanem kóros tulajdonságok öröklésére is érvényes ez a törvény, így ha fölösszámú ujjú emberben szenvedő ember normális ujjú emberrel lép házasságra, az utódok mind fölösszámú ujjakkal születnek. Azt, hogy mely jellemvonások öröklődnek domináns vagy intermediaer módon, előre megmondani nem lehet; ez csak kísérlettel vagy megfigyeléssel állapítható meg, de ha egyszer ezt megállapítottuk, akkor biztosak lehetünk abban, hogy ennek a jellemvonásnak öröklése mindig a domináns vagy intermediaer öröklés szabálya szerint fog végbemenni. A domináns öröklésnél az első nemzedéknél érvényesülő jellemvonást uralkodónak, a másik, nem érvényesülőt pedig lappangónak (recesszívnek) nevezzük. Az, hogy egy jellemvonás uralkodóvá válik, vagy lappangó marad, csupán az öröklési alapítékok (gén) természetétől függ s így teljesen egyre megy, hogy az uralkodó vagy lappangó tulajdonság génje az apától vagy az anyától származik s ebből az a fontos megállapítás következik, hogy a hím és női csírasejtek öröklési szempontból teljesen egyenlő értékűek.

2. *A második Mendel-féle törvény: a szétválási vagy hasadási törvény.*

Ha két, egymástól valamely tulajdonságban eltérő tiszta vérű (homozygota) egyén keresztezéséből származó első nemzedék tagjait egymással keresztezzük, akkor a második nemzedék tagjai a szóbanforgó tulajdonság dolgában háromféle és egymással mindig meghatározott számbeli viszonyban álló egyedféleségből állanak, nevezetesen 25% az egyik, 25% a másik nagyszülőhöz hasonlít és 50% az első nemzedékkel, vagyis a szülőkkel egyezik meg.

Például, ha az első Mendel-féle törvénytől említett egyszínű és fekete-csíkos-házú kerticsigák keresztezéséből származó egyszínű, csíktalan nemzedék tagjait egymással keresztezzük, akkor a második nemzedékben szereplő egyedek egynegyede olyan, mint az egyik nagyszülő, vagyis egyszínű-házú és tisztavérű (homozygota), a másik negyede a másik nagyszülővel egyezik meg, vagyis feketecsíkos-házú és hasonlóképpen tisztavérű (homozygota), két negyede pedig a szülők tulajdonságait örökli, vagyis egyszínű-házú és kevertvérű (heterozygota); a tisztavérűek egymással párosodva természetesen tisztán örökítik át csigaházuk egyszínű, illetőleg feketecsíkos voltát, ellenben a kevertvérűek egymással párosodva tovább különülnek el, úgy, hogy egynegyedük ismét egyszínű-házú, tisztavérű csiga lesz, másik egynegyedük hasonlóképpen tisztavérű, de feketecsíkos-házú csigákból áll, kétnegyedük pedig egyszínű, csíktalan-házú, kevertvérű csiga lesz, mely tovább szaporodva, a most ismertetett törvények szerint különül szét. Ugyanez a törvényszerűség érvényes természetesen a példaként említett többi kereszteződésekből származó első nemzedék további szaporodására is. Így az andalúziai házityúk fehér és fekete fajtájának kereszteződéséből származó kékes palaszínű tyúkok és kakasok egymással párosodva, a második nemzedékben 25%—25% arányban a nagyszülőkkel megegyező, tisztavérű és tisztán továbbörökítő fehér és fekete tyúkokat és kakasokat fejlesztenek, 50%-uk azonban kevertvérű, kékes palaszürke „andalúziai“ tyúk és kakas marad, mely tovább szaporodva, ismét 25% tisztavérű, fehér, 25% tisztavérű, fekete és 50% kevertvérű, kékes palaszürke andalúziai tyúkot és kakast hoz létre.

3. *A harmadik Mendel-féle törvény: az öröklési alapítékok (gén) függetlenségének és szabad kombinálódásának törvénye.* Ha két vagy több tulajdonságban eltérő egyénet keresztezzük egymással, akkor azon különböző jellemvonások öröklési alapítékai (génjei), amelyekben a szülők eltérnek, egymástól teljesen függetlenül oszlanak meg a csírasejtek között, úgy-

hogy ennek következtében a szülői jellemvonások minden lehető kombinációja megjelenhet az utódokon.

E törvény lényege a legvilágosabban egy adott példa kapcsán derül ki s erre a legalkalmasabb CASTLE-nek az a kísérlete, amelyet három tulajdon-ságban eltérő tengerimalacokkal végzett. A kísérlet két tengerimalac keresztezésével vette kezdetét. A keresztezésre kiválasztott egyik tengerimalac fekete-síma- és rövidszőrű, a másik fehér-, bodros- és hosszúszőrű volt; a szülőként szereplő tengerimalacok tehát három jellemvonásban: a szőr színében (fekete és fehér), a szőr síma vagy bodros voltában és hosszában (rövid és hosszú) tértek el egymástól. A keresztezés eredményeként az első nemzedék tagjain az első Mendel-féle törvény szerint az uralkodó (domináns) jellemvonások jelentek meg s ehhez képest az első nemzedék tagjai egytől-egyig feketék, bodros- és rövidszőrűek lettek. Természetesen ezekben a fekete-, bodros- és rövidszőrű tengerimalacokban származásuknál fogva a fekete-, bodros- és rövidszőrűség öröklési alapítékai (génjei) mellett megvoltak a fehér-, síma- és hosszúszőrűségnek az öröklési alapítékai is, melyek azonban hatásukat az uralkodó (domináns) öröklési alapítékok elnyomó érvényesülése következtében nem fejthették ki és lappangó állapotba való jutásra lettek kárhóztatva, de az öröklés szabályai szerint a csírasejtek fejlődésekor az öröklési alapítékok — legyenek azok uralkodók vagy lappangók — egymástól különválva bejutnak a csírasejtekbe. Ezt a folyamatot úgy érzékíthetjük a legvilágosabban, ha az örökléstan általánosan elfogadott módja szerint az egyes tulajdonságok öröklési-alapítékait betűkkel jelezzük, mégpedig az egymással homológ (úgynevezett allelomorph, vagy röviden alléi) tulajdonságokét ugyanazzal a betűvel, de megkülönböztetésül az uralkodóét nagy-, a lappangóét kisbetűvel. Fekete =  $F$ , fehér =  $f$ ; bodros =  $B$ , síma =  $b$ ; rövid =  $R$ , hosszú =  $r$ . Minthogy a most elősorolt tulajdonságok öröklési alapítékai tisztán, egymástól függetlenül, teljesen egyenletes elosztásban kerülnek be a fejlődő csírasejtekbe, az első nemzedék nyolcféle csírasejtet fejleszt, melyekben az öröklési alapítékok a következő kombinációban foglalnak helyet:  $FRB$ ,  $FrB$ ,  $FRb$ ,  $fRB$ ,  $frB$ ,  $fRb$ ,  $Frb$ ,  $frb$ . Ha az első nemzedék nagyszámú, akkor egymás között párosodva, a különböző öröklési-alapítékokat tartalmazó csírasejtek egyesülésének mindenfajta kombinációja, tehát összesen 64-féle változata válik lehetővé; ezeket a változatokat előre kiszámíthatjuk és előre megmondhatjuk, hogy a második nemzedékben nyolcféle tengerimalacnak kell fejlődnie a következő számbeli arányban:



1. 27 fekete-rövid-bodros szőrű tengerimalac
2. 9 fekete-rövid-síma „
3. 9 fehér-rövid-bodros „ „
4. 9 fekete-hosszú-bodros
5. 3 fehér-rövid-síma „ „
6. 3 fekete-hosszú-síma „
7. 3 fehér-hosszú-bodros „
8. 1 fehér-hosszú-síma

CASTLE kísérletei során a keresztezésből származó második nemzedékben valóban ezek a tengerimalac-alakok fejlődtek, mégpedig a kiszámított arányban, ami fényesen igazolja a harmadik Mendel-féle törvényt, amely az öröklési alapítékok függetlenségét és szabad kombinálódását hirdeti. E törvény felismerésének hasznát különösen a növény- és állatnemesítők látják, mert ennek alapján előre tudhatják, hogy a keresztezés második nemzedékében fejlődő egyéneken hogyan és milyen arányban kombinálódnak a kiválasztott tulajdonságok s ez a törvény egyúttal biztos lehetőséget nyújt arra, hogy az állat- és növénynemesítők keresztezésekkel olyan tulajdonságokat egyesítsenek egy fajtában, amelyeknek együttes jelenléte a gyakorlati életben kívánatos, de amelyek a természetben csak külön-külön egyedeken jelentkeznek. Például így kultúrnövényeknél egy növényben egyesíthetjük a gyors fejlődőképességet, a korai érést, bizonyos betegségek iránti ellenállást és bő termést stb., vagyis oly tulajdonságokat, amelyek egyébként külön-külön fajtákban fordulnak elő.

\*

MENDEL-nek és követőinek az ő módszere szerint végzett meggyőző kísérleteit nemcsak igazolták, de még jobban elmélyítették és az öröklés problémáját újabb oldalról világították meg a szaporodásra, az élő szervezetek alapegységeire, a sejtekre, továbbá a csírasejtek fejlődésére és a termékenyítésre vonatkozó beható vizsgálatok.

Minthogy a szülők jellemvonásai kétséggkívül a szaporodás folyamán származnak át az utódokra, az öröklés és a szaporodás közti kapcsolat nyilvánvaló. Az élő szervezetek körében a szaporodásnak két fő módja ismeretes: az ivartalan és az ivaros. Az ivartalan szaporodás legelterjedtebb fajtái az osztódás és a bimbózáás; az előbbinél az anyaszervezet két vagy több egyenlő részre tagolódik, melyek közül az egyik az anya, a többi az

utód, a második szaporodásmódnál, a bimbózásnál az anyaszervezet testén kisebb-nagyobb sarjadékok fejlődnek, amelyek leválás után a szülői szervezethez hasonló lényé egésztik ki magukat. Az ivarosán szaporodó soksejtű szervezeteknél a szaporodás céljaira a testet (soma) alkotó rendes dolgozó sejtektől elkülönült különleges sejtek, úgynevezett csírasejtek fejlődnek s csupán csak ezekből fejlődhetik új szervezet, vagyis itt csak a csírasejtek őrizték meg azt az ősi tulajdonságot, hogy továbbfejlődve, belőlük a szülői szervezethez hasonló lény fejlődhetik. Csak kivételesen tudja a csírasejt egymagában az utódot létrehozni, rendszeren az utód fejlődéséhez két csírasejtnak (egy női- és egy hím-csírasejtnak) kell egyesülnie.

Az öröklés legkönnyebben érthető az osztódással szaporodó szervezeteknél, melyeknél a szülők teste a legtöbb esetben egyszerűen két egyenlő részre oszlik s ezért legalább az első pillanatban nem okoz nagyobb nehézséget annak a megmagyarázása, hogy a szülő tulajdonságai átszármaznak az utódra. Ámde a valóságban az öröklés itt is rejtélyes, mert az osztódás alkalmával keletkezett utód csak egy része az anyai szervezetnek és ezért a hiányzó részeket az utódnak az osztódás után ki kell fejlesztenie, mert csak így válhatik a szülőhöz hasonló szervezetté. Még nagyobb a nehézség a csírasejtekkel szaporodó szervezeteknél, amelyeknél a szülők és az utód közti összefüggést csupán egy, illetőleg rendszeren két csírasejt létesíti, mely a szülői szervezetnek csak elenyésző parányi része. Itt a csírasejteknek olyan különleges erővel felruházott állománnyal kell bírniok, mely a csírasejteket képessé teszi arra, hogy a szülők tulajdonságai átszármazzanak az utódokra. Ezt az állományt WEISMANN ajánlatára *csíraplazmának*, vagy más néven NAGELI szerint *idioplazmának* nevezzük. A csírasejtek és a bennük levő csíraplazma kapcsolják össze tehát az utód-nemzedéket a szülőkkel és a szülők őseinek az élet első kezdetéig visszanyúló végeláthatatlan sorozatával s így a csíraplazma működésének eredménye, hogy az utódok elődeikhez hasonlítnak.

Rendkívül sok és fáradtságos vizsgálatba került annak a megállapítása, hogy a csíraplazma a csírasejteknek melyik részében foglal helyet. A mai vizsgálatok szerint a csírasejtek magjaiban rejtőzik az öröklést közvetítő csíraplazma. Sőt az aprólékos sejttani és elmés fejlődés-életteni kísérletekből az is kiderül, hogy a csíraplazma a csírasejtek magjának nem minden részében van meg, hanem csakis az úgynevezett kromatin-állományában, vagyis abban az állományban, mely a sejtek szaporodását bevezető sejtmag osztódása alkalmával jellemző fonál- vagy gömbalakú részekbe, ú. n. *kromo-*

*szómák*-ba tömörül és a legnagyobb pontossággal megfeleződe, teljesen egyenlő mennyiségben jut a fióksejtekbe még akkor is, ha egyébként a fióksejtek nagyon is eltérő nagyságúak. A különleges érdeklődést a kromoszómák iránt az is fokozta, hogy számuk, mennyiségük minden fajban, sőt fajtában állandó és alakjuk meg nagyságuk is fajlilag jellegzetes. így az ember testét alkotó sejtek mindegyikében 48 a kromoszómák száma.

A csírasejtek érésének pontos tanulmányozása újabb meglepetéssel szolgált. Kiderült, hogy a csírasejtek érésekor a csírasejtekben a kromoszómák száma a fajra megállapított számnak felére csökken s a fajt jellemző kromoszóma-szám csak akkor áll helyre, ha a termékenyítés alkalmával a két különböző nemű csírasejt, a női- és a hím-csírasejt, egyesül. Az embernél az érett pete 24, az érett hímcsírasejt hasonlóképen szintén 24 kromoszómát tartalmaz s ezeknek a megtermékenyítéskor történő egyesülése révén áll elő az emberre jellemző 48-as kromoszóma-szám, mely azután mindig pontosan ebben a számban kerül bele az ember testének minden sejtjébe. Más szavakkal ezt úgyis fejezhetjük ki, hogy a testet alkotó sejtek mindegyikében két kromoszóma-sorozat van, melyek közül az egyik a petesejt révén az anyától származik, a másik a hímcsírasejt útján az apától. Ezt a megállapítást annak az izgató kérdésnek felvetése követte, vajjon a továbbfejlődéshez okvetetlenül szükséges-e a fajra jellemző teljes kromoszóma-szám, vagy pedig elegendő az érett csírasejtekben lévő, felére csökkentett kromoszóma-szám?

Ennek a problémának megoldását az a megfigyelés tette időszerűvé, hogy az egyes állatok érett petesejtje termékenyítés nélkül indul fejlődésnek; például a mézelő méh hímjei mindig termékenyítetlen petéből fejlődnek, továbbá számtalan állat érett, tehát félszámú kromoszómát tartalmazó petéi különböző kémiai anyagok hatásával továbbfejlődésre bírhatók. A kísérletek meggyőző módon igazolták, hogy a csírasejtekben lévő félszámú kromoszómákkal is megindulhat a fejlődés és a teljes számú kromoszómákkal fejlődő szervezethez teljesen hasonló alkotású, de arányosan kisebb szervezet fejlődik. Az e fajta 'kísérletekből csak egyet említek, mely örökléstani szempontból ^figyelemre méltó. BOVERI a Sphaerechinus nevű tengerisűn magtalan, tehát anyai kromoszómák nélküli peterészeit egy másik fajba tartozó tengerisűn, az Echinus hím-csírasejtjével termékenyítette meg s az így fejlődésnek indított kezdősejtből fejlődő lárván csak az apaállat (Echinus) lárvájának jellemző bélyegei alakultak ki.

Ha minden ivarosán szaporodó lény minden sejtjében két sorozat kromoszóma van, amelyeknek egyike apai, másika anyai eredetű, és ha — mi-ként a kíséretek igazolják — a kromoszómákban foglalnak helyet a tulaj-donságokat az egyik nemzedékről a másikra átszarmaztató öröklési alapítékok (gének), akkor természetesen minden öröklékeny jellemvonás két gén-nel, vagyis egy gén-párral van képviselve a szervezetben, melyeknek egyike hasonlóképen az apától, másika az anyától származik. Azt, hogy közülük melyik érvényesíti hatását, a Mendel-féle törvények szabják meg.

Az öröklés szempontjából fontos, hogy a csírasejtek érésekor az apai és anyai ellenlábás- (homológ) kromoszómák egymáshoz tapadnak, sőt egy-más köré fonódnak (egybekelnek) és azután különböző kombinációkban akként oszthatnak szét az érett csírasejtek között, hogy mindegyikbe a homo-lóg kromoszóma-párok fele jut; így az ember csírasejtjeinek érésekor a 24 párba csoportosult 48 kromoszómából 24 jut az érett csírasejtbe, de úgy, hogy minden eredeti párnak a fele kerül az érett csírasejtbe, az azonban már a véletlen dolga, hogy az egyes kromoszóma-párokból az anyai vagy az apai eredeti fél jut az érett csírasejtbe, szükséges csak az, hogy minden kromo-szóma-pár képviselve legyen vagy egy apai, vagy egy anyai kromoszóma-féllal. Ennek a sajátosan működő kromoszóma-csökkentő berendezésnek folyománya, hogy az anyai és az apai eredésű kromoszómák a csírasejt-ekben a legváltozatosabb módon kombinálódhatnak; például az ember érett csírasejtjeiben levő félszámú (24) kromoszóma úgy kombinálódhatik az éret-len csírasejtben levő 48-ból, hogy a tehető kombinációk száma megközelíti a 17 milliót ( $2^{24}$ ), ami más szavakkal annyit jelent, hogy egy és ugyanazon férfi vagy nő a csírasejtek kromoszóma-állományát tekintve, tizenhét-milliónyi, egymástól különböző csírasejtet tud fejleszteni. A termékenyítés alkalmával a csírasejteknek párosával való egyesítése révén a lehetséges kombinációk száma méginkább fokozódik, az embernél például a 281 billiót ( $2^{48}$ ) meghaladja, vagyis egy emberpárnak elméletileg 281'5 billió különbözően alkotott gyereke lehet. Ha azonfelül még tekintetbe vesszük, hogy az ember-nél a ma ismeretes öröklési alapítékok (gének) száma meghaladja az egy-ezret, és hogy a kromoszómákban rejtőző gének teljes számát legalább 30.000-re becsülhetjük, a csírasejtek érésekor és a termékenyítéskor olyan változatosság biztosításának lehetősége tárul elénk, mely minden képzeletet meghalad.

Az örökletes tulajdonságok öröklésmenetének pontos elemzése nemze-dékek során, valamint az e célból végzett és mikroszkóp! vizsgálatokkal is

kiegészített szabatos kísérletek egyformán nemcsak a Mendel-féle törvények igazát erősítették meg újabb oldalakról, hanem azt el is mélyítették. Hovatovább egyre határozottabb, formában kristályosodott ki az örökléstannak az a sziklaszilárd alapja, hogy az öröklést az egyik nemzedékről a másikra közvetítő *csírasejtek kromoszómaiban helyet foglaló csíraplazma öröklési alapítékokra (génekre) van atomizálva s hogy ezek a gének: 1. önállóak, tehát mint egységek szerepelnek és sohasem olvadnak össze egymással, 2. egymástól függetlenek és 3. a nemzedékek során át egymástól szétválhatnak és szabadon minden lehető változatban újra kombinálódnak.*

Minden egyénben az ősök génjeinek egy bizonyos, egyedül csak reá jellemző speciális kombinációja foglal helyet s ezekből is csak egy résznek, nevezetesen a dominánsaknak hatása érvényesül, a másik rész lappangó marad, de a csírasejtek közvetítésével ez is átszáll az utódokra. A csírasejtek éréskor a géneknek az egyénre jellemző speciális gén-kombinációja szétbontódik s az egyénben egybekapcsolt apai és anyai eredetű gének szétválhatnak és új csoportosításban úgy kerülnek be az érett csírasejtekbe, hogy minden öröklékeny jellemvonást benne ismét csupán egy-egy gén képvisel. Az új egyén fejlődésekor két ilyen csírasejt egyesül egymással s így egy új gén-kombináció létesül, melyben az örökletes tulajdonságokat megszabó gének az anyai és apai csírasejt génjeiből alakulnak ki. Félrevezető tehát az átöröklés olyatén értelmezése, hogy a szervezet közvetlenül szüleitől örökli jellemvonásait és tulajdonságait, mert mindazt, amit öröklünk, nem közvetlen elődünktől vesszük át, hanem az az előd és utód számára egyaránt közös és kiapadhatatlan forrásból, az életnek s benne a csírasejtek biztosította, az élet első kezdetéig visszanyúló szakadatlan csírapályának folytonosságából származik.

Minden élőlény-forma olyan történelmi folyamatnak eredménye, mely oly régi, mint a szerves világ általában.

\*

Nem szorul bővebb bizonyításra, hogy az örökletes tulajdonságok száma és így az örökletes tulajdonságokat megszabó géneknek száma is messze meghaladja a géneket hordozó kromoszómáknak a számát. Gondoljunk csak arra, hogy az embernek milyen nagyszámú örökletes jellemvonása van, viszont a kromoszómainak száma mindössze 24 pár. Ebből következik, hogy egyazon kromoszómában a géneknek hosszú sora helyezkedik el s

ennek következtében az egy kromoszómában rejtőző gének csak egybekapcsoltnak kerülhetnek az egyik nemzedékből a másikba, ami abban nyer kifejezést, hogy együtt is öröklődnek. Ezzel magyarázható, hogy az egyik gyermek rendkívül hasonlít az apjához, a másik meg éppen úgy az anyjához. Ha a géneknek csoportonként való egybekapcsolása nem volna meg, a most említett meglepő hasonlatosság ritkább volna. A géneknek ez a kromoszómánként való kapcsolata eredményezi, hogy a gének csoportonként öröklődnek és hogy ezeknek a géncsoportoknak száma megegyezik az érett csírasejtekben levő kromoszómák számával. A kísérletek ezt igazolták. Így a legbehatóbban tanulmányozott szervezetnél, az örökléstani vizsgálódás híres háziállatánál (*Drosophila melanogaster*), melynél sok millió állaton és sok nemzedéken át, mintegy 300 gén öröklődését vizsgálták meg, az együttöröklődő, tehát egybekapcsolt örökletes tulajdonságok négy csoportot, a vele rokon *Drosophila obscura*-nál öt, a *Dr. virilis*-nél hat, a *Dr. willistoni*-nál három csoportot alkotnak s ennek megfelelően ugyanennyi a kromoszómák száma is e fajok érett csírasejtjeiben.

A különböző növényeken és állatokon végzett további vizsgálatok arra az először megmagyarázhatatlannak tartott eredményre vezettek, hogy a rendszeren együttöröklődő tulajdonságok kapcsolódása nem teljes és a különböző keresztezésekben a kapcsolódás megszűnt különböző számú (leggyakrabban 0%-tól 50%-ig terjedő) esetben következik be, de ugyanazon keresztezésekben a kapcsolódás feloldódása mindig egyező százalékban történik. Ezt a különös jelenséget a Nobel-díjas MORGAN, akinek az örökléstan terén MENDEL után a legnagyobb érdemei vannak, azzal a későbbben igaznak bizonyult föltevéssel próbálta megmagyarázni, hogy a kapcsolódás megszűntének *géncsere* az oka. Szerinte a géncsere a csírasejtek érésekor, mégpedig a kromoszómák csökkentő osztódása szakán következik be, amikor az apai és anyai ellenlábás homológ kromoszómák szorosan egymáshoz illeszkednek, sőt gyakran egymás köré csavarodnak és egymást körülhurkolva kereszteződnek, később szétválnak s ekkor a keresztezések helyén törések keletkeznek, minek következtében megvan a lehetőség arra, hogy a törések közti helyen lévő szemközti kromoszómadarabok egymással felcserélődjenek. A kromoszómadarabok és velük a bennük foglalt gének kicserélődése abban nyilvánul, hogy a kicserélt tulajdonságcsoporthoz új kapcsolódása következik be az ilyen géncserén keresztülment csírasejtekből fejlődő állatokon. Ámde ilyen géncsere csak akkor lehetséges, ha a gének a kromoszómában

nem rend nélkül, össze-vissza szétszórtan helyezkednek el, hanem a kromoszóma bizonyos meghatározott helyén, sorban, úgy foglalnak helyet, mint a nyaklánc gyöngyszemei. Ilyen elrendezésben két génnek kicserélődése annál gyakoribb, mennél nagyobb köztük a távolság, és viszont annál kisebb a kicserélődés lehetősége, mennél közelebb vannak egymáshoz; a gének között levő távolság és a génkicserélődés gyakorisága természetesen mértéke a kapcsolódás erősségének is. MORGAN és nagyszámú munkatársai fáradtságos és elmésen kieszelt kísérletekkel pontosan megállapították, hogy az egy és ugyanazon kromoszómában lokalizált és egymáshoz kapcsolt gének által létesített tulajdonságok kapcsolata a keresztezések alkalmával hány százalékban szűnik meg s ezt a százalékot kifejező számot kicserélődési értéknek nevezték el; vizsgálataik szerint a kicserélődési érték ugyanazon fajnál ugyanarra a két génre vonatkozólag minden esetben mindig állandó és összefüggésben áll azzal a távolsággal, amely őket a kromoszómában elválasztja. A legkülönbözőbb örökletes tulajdonságok génjei közti kicserélődési értékek megállapítása lehetővé tette számos gén helyének kijelölését a kromoszómában s így legalább egy állatnak, a MORGAN és munkatársai által oly behatóan tanulmányozott muslicának (*Drosophila*) sikerült a *kromoszóma géntérképét* elkészíteni. A térképen feltüntetett gének lineáris elhelyezkedését és a kromoszómaterképnek a valósággal egyező voltát a legnyomatékosabban igazolja az a tény, hogy az ismeretlen génkicserélődési értékeket, a már ismert és a térképen feltüntetett kicserélődési értékek alapján előre biztosan megmondhatjuk.

\*

A géntérképek megszerkesztésének nagy sikere további nehéz feladat megoldásának megközelítésére sarkalta az örökléskutatókat. A legnagyobb mikroszkópi nagyítások és a legraffináltabb festési öljárások felhasználásával iparkodtak a kromoszómák legfinomabb szerkezetét feltárni s itt olyan szerkezeti részecskéket találni, amelyek még közelebb visznek a gének megismeréséhez. A kromoszómákban felfedezett hosszú, vékony, spirálisan lefutó fonalakon (chromonema) a nyaklánc gyöngyeihez hasonló módon hozzájuk tapadt parányi szemecskék (chromomera) természetesen nagy örömet keltettek, mert egyesek bennük vélték a rejtélyes géneket felismerni, azonban minthogy számuk a kísérletekkel megállapított gének száma mögött messze elmaradt, az öröm korainak bizonyult. Ám a véletlen a csüggedők segítségére sietett. A muslicák (*Drosophila*) nyálmirigyeinek sejtmagjaiban két német kutató, HEITZ és BAUER, a csírarsejtekből lévőknél 160-szor

nagyobb óriási kromoszómákra bukkant, amelyeknél az egyébként alig látható, pontkicisiségű kromomerek helyett, nagy számban a színekben ismert vonalakra emlékeztető, élesen szembeűnő harántvonalak és különböző szélességű pántok vannak. Az óriási kromoszómát különböző szélességű szelvényekre tagoló harántvonalakat és -szalagokat, melyeknek száma megközelíti a hatezret, pontosan kimérték és róluk részletes térképet készítettek s így minden kétséget kizáró módon biztosan megállapíthatták, hogyha a kromoszómán mesterséges kísérleti beavatkozásokra átalakulások keletkeznek, akkor ezzel párvonalasan az illető állat valamely örökletes tulajdonsága is megváltozik. Az így létrejött, megváltozott egyedek és ezek keresztezése révén fejlődött utódok pontos vizsgálata az öröklött tulajdonságváltozás és a kromoszóma szerkezeti változása között minden esetben törvényszerű szoros összefüggéseket állapított meg. Minden eddigi tapasztalat arra vall, hogy az óriási kromoszómán látható minden vonalhoz egy-egy gén tartozik. GOWEN és GAY az egy kromoszómában lokalizált és pontosan megállapított gének számából és a kromoszóma hosszából meghatározták az egyes gén maximális nagyságát s azt körülbelül a vírusok méreteivel egyezőnek találták; számításaik szerint a gének akkorák, hogy bennük legfeljebb 15 fehérje-molekulának jut hely. íme, az újabb sejttani és genetikai kutatások eredményeként a MENDEL által még csak symbolumnak tekintett gének napjainkban immár a közvetlenül észlelhető valóságok közé kerültek, melyeknek helye és egymáshoz való helyzete a kromoszómában ismeretes!

Mínthogy a géneknek a termékenyített petesejt osztódásának megindulásával a szervezet testét felépítő sejtek fejlődésével kapcsolatosan minden sejt-, mag- és kromoszómaoszláskor feltétlenül szaporodniok kell, felmerült az a kérdés, vájjon szaporodásuk úgy megy-e végbe, mint a legalsóbbrendű szervezeteknél s ebben az esetben a vírusokhoz hasonló élő részeknek kell őket tekintenünk, vagy pedig egyenlőnemű molekulák halmazának vagy micelláknak kell-e őket tartanunk, amelyek a kristályok módjára növekednek? E kérdés egyelőre eldöntetlen.

Röntgen-, rádium-, ibolyántúli-, fi-, kathód- és neutronsugarakkal végzett besugárzási kísérletekből kiderült, hogy ezek a sugarak a géneket viszonylagosan állandó állapotukból egy más viszonylag állandó állapotba hozzák s mínthogy a sugárdózis és a gének állapotváltozásával kapcsolatos tulajdonságbeli változások (mutációk) gyakorisága között kvantitatív összefüggés van, a kísérleteket végző biológusok és fizikusok (TIMOFÉEFF—RESSOWSKY, DELBRÜCK, ZIMMER, BORN és ZIRKLE) azt következtetik, hogy



minden gén csak egyes molekula vagy kristályhoz hasonló egyszerű atómcsoportosulat lehet. Kémiaiilag persze az egyes gének között minőségbeli különbségeknek is kell lenniök, mert hiszen hatásuk egészen eltérő egymástól. Legvalószínűbb, hogy a gének a kromoszómák polypeptid-láncainak aktív oldalcsoportjai, melyeknek vagy zárt molekuláris szerkezetük van, tehát atomcsoportok, miként TIMOFÉEFF—RESSOWSKY gondolja, vagy pedig kolloidnagyságú egységek, melyek úgynevezett biokatalitikus simplex-rendszert alkotnak és egy hordozó- (pheron) és egy enzimszerű hatórészből (ágon) állanak, miként H<sup>AASE</sup>—BESSELL állítja.

A gének hatásmódjának mechanizmusát még nem ismerjük. Sok újabb megbízható kísérlet amellettt szól, hogy a gének biokatalizátorok módjára hatóanyagukkal vagy közvetlenül a sejtek protoplazmájára hatnak, vagy hatóanyagukat a testet átjáró testfolyadékba: a vérbe és nyirokba juttatják és ezen az úton közvetve a test hormontermelő szerveire hatva fejtik ki formáló és különböző életfolyamatokat irányító sokoldalú tevékenységüket.

A kísérletek szerint aránylag ritka eset az, hogy csupán egy gén vesz részt valamely jellemvonás kialakításában. Rendesen a gének legnagyobb részének sokkal sokoldalúbb a hatása, mert sok esetben egyetlen génnek több tulajdonság kifejlesztésében van kisebb-nagyobb mértékben szerepe, viszont egy tulajdonság kialakulása is több gén együttes hatásának lehet az eredménye. A gének egymással a legszorosabb kölcsönhatásban működnek, egymás működését minőségileg és mennyiségileg befolyásolják, s így bár az egyes gének hatása egy tulajdonság vagy egy bizonyos élettani állapot létrehozásában különösen alapvető, mégis tulajdonkép minden gén többé-kevésbé végeredményben az egész szervezet fejlődésébe beleszól. Vannak gének, melyek többirányú hatásukkal számos szerv kialakításában részesedve, a szervezet egész alkatát (constitutio) befolyásolják, például ilyenek a nemet megállapító gének. Természetesen nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a gének és a fejlődő egyén megállapítható, leírható és mérhető tulajdonságai és élettani állapotai közti funkcionális viszony igen bonyolult. A szervezet minden tulajdonságának létrehozásában a gének alapvető közreműködésén kívül még a környezet különböző faktorainak is van része, úgy hogy a géneknek és a környezet faktorainak szabályszerű összejátszása a szabály. *A géneken alapulnak az összes örökletes tulajdonságok, míg a környezet tényezőinek hatásaira létesülnek a szervezeten észlelhető nem-örökletes változások, az úgynevezett módosulatok (modificatio).*

A gének, bár rendszeren nem változnak és nemzedékeken át változatlan állandóságban szállnak át az egyik nemzedékről a másikra, mégsem változhatatlanok. Eddig ismeretlen belső okokból vagy szokatlan, szélsőséges, erős ingerek hatására a gének is megváltoznak és ezzel kapcsolatosan megváltoznak azok a tulajdonságok is, amelyeknek kialakulása ezektől a génektől függ. A gének megváltozásán alapuló változásokat, az úgynevezett mutációkat, az utódok öröklik. *A biológiának alapvető megállapítása, hogy csak az öröklődik, aminek öröklési tényezője a csírasejtekben gének alakjában az elődökről átszáll az utódokra s az elődöknek is csak az a változása öröklődik, ami a gének megváltozásán (mutációján) alapszik.*

A mutációk hirtelen, ugrásszerűen keletkeznek s létrejöttük a meglévő gének megváltozására vezethető vissza. Nyilvánulásuk különböző tulajdonságok megváltozásában nyer kifejezést, így módosulhat a szervek alakja, nagysága, színe, mustrázata, szerkezete, anyagforgalma, működése, reakciója a külső hatásokkal szemben stb. A szabad természetben a mutációk nem éppen ritkák. Mutáció révén keletkeztek a növényvilágban például a legkülönbözőbb fajú növények körében a törpe-, óriás-, szomorú- és lecsüngőágú, gömbkoronájú, színeslevelű, teltvirágú stb. formák. Az állatvilágban híres mutációk a tacsoklábú, hosszútörzsű ankonjuh, az angoraszőrű kecske, -macska, -nyúl, a különböző albinoállatok (nyúl, patkány, egér stb.). Embernél mutáció útján keletkezett egy csomó kóros tulajdonság, például hasadt kéz és láb, fölösszámú ujjúság, nyúlajk, vérzékenység, örökletes süketnémaság stb.

A gének változása általában nincs korlátozva. Az élő lény bármely alaki vagy működésbeli tulajdonságának vagy képességének génje megváltozhatik s e változások nyomában fejlődő mutációk az egyén életére néha közömbösek, olykor azonban előnyösek vagy hátrányosak lehetnek és elszigetelődés, valamint kiválogatás (selectio) révén új fajták kialakulásának gócpontjául szolgálhatnak. A muslicánál (*Drosophila*) a mutációk elkülönítésével és kiválogatásával 400-nál több, jól elkülöníthető, állandóan tisztán öröklődő fajtát sikerült kitenyészteni.

A mutációk gyakorisága a természetben változó. Egyes gének rendkívül gyakran változnak meg, míg mások szerfelett állandók. A mutációk rendszeren kismértékű változásokban nyilvánulnak, ezért megjelenésük csak a leggyakoribb és legaprólékosabb vizsgálattal állapítható meg. Ott, ahol ilyen irányban beható észleleteket végeztek, a mutációknak viszonylagos gyakoriságá-

ról győződtek meg. így a BAUR által behatóan tanulmányozott közönséges taticánál (*Antirrhinum*) 5—7%, a MORGAN-vizsgáلتa muslicánál (*Drosophila*) pedig 2—5% volt a mutánsok száma.

A természetben előforduló úgynevezett spontán mutációk létesülésének okát nem ismerjük. A folyamat rejtélyességét csak az osztatja el némileg, hogy mesterséges beavatkozásokkal, például nagy hideg és nagy meleg hatásával, rövidhullámú ionizáló sugarakkal (röntgen- és rádiumsugarakkal) és különböző kémiai anyagokkal (jód, arzén, alkohol, nikotin, colchicin stb.) való kezeléssel sikerült a mutációk rendes gyakoriságát 150-szeresre fokozni. A legkülönbözőbb mesterséges beavatkozásokra csak a gyakoriság foka változott, de mindig ugyanazok a mutációk következtek be, amiből következik, hogy a mutációk mineműségét a gének belső természete határozza meg. Minthogy a gének állománya bonyolult szerkezetű, nagymolekulájú, összetett, tehát sokféle módosulatra alkalmas szerves anyagból áll, természetes, hogy ennek megfelelőleg egyetlen gén igen sokféle változásra képes. A pontos keresztezés! kísérletekből kiderült, hogy egyazon gén, például a muslicánál kimutathatólag negyven fajtájú különböző változásra, vagyis egész mutációs-sorozatra képes; ezt a jelenséget az örökléstan „multiplex allelia“ névvel jelöli.

Rendesen a szervezetben lévő gnpár egyik génjének molekuláris szerkezeti változása okozza a mutációt; az ilyen mutációkat génmutációknak nevezzük. Ez a fajta mutáció a leggyakoribb. Mutációk keletkezhetnek azonban úgy is, hogy a kromoszómák számának vagy szerkezetének megváltozása révén változik meg a gének alakulata s ezen a révén állnak elő mutációk; az ilyen mutációknak kromoszóma-mutáció a neve.

A kromoszóma-mutációk sorában nemcsak örökléstan, de gyakorlati szempontból is legérdekesebbek azok a mutációk, amelyek úgy keletkeznek, hogy a szervezetben a fajra jellemző kromoszómaszám megsokszorozódik (polyploidia), jelesen megkétszereződik (tetraploidia), megháromszorozódik (hexaploidia), megnégyszereződik (octoploidia), vagy még többszörösre emelkedik. A rendszeren megérett csírasejtekben a fajra jellemző kromoszómaszámnak a fele foglal helyett (haploidia) s ez a szám a hím- és női-csírasejt egyesülésekor, vagyis a termékenyítéskor a fajra jellemző számra egészül (diploidia), megesis azonban az, hogy a csírasejtek érésekor a kromoszómaszám nemcsak nem csökken a felére, hanem esetleg még számban osztódás útján növekedik s ekkor az ilyen, a rendszer-

nél nagyobb számú kromoszóma-szerelvényt tartalmazó csírasejtek egyesüléséből származó szervezet a rendesnél nagyobb számú kromoszóma-szerelvényhez jut, vagyis a szervezet polyploidias lesz.

Polyploidias szervezetek a szabad természetben különösen gyakoriak a növények és főleg a termesztett növények körében. Tanulmányozásuk különösen azóta terjedt el széles körben, mióta megtalálták a módját annak, hogyan lehet ilyen növényeket mesterséges beavatkozással létesíteni. Ha növények csírasejtjeit érésük szakában szélsőségesen nagy hideg vagy nagy meleg hatásának tesszük ki, röntgensugarakkal sugározzuk be, vagy legegyszerűbben BLAKESLEE és AVERY módszere szerint az őszi kikericsből előállított colchicin igen híg oldatával kezeljük, akkor a csírasejtek érésekor a sejtosztódás folyamataiban olyan zavarok következnek be, melyeknek eredményeként a csírasejtek a rendesnél több kromoszóma-szerelvényt fognak tartalmazni s így az egyesülésükből fejlődő növény is polyploidias lesz.

A polyploidias növényfajok némelyike alig tér el a megszokottaktól, sőt annál silányabb fejlődésű, a legtöbb polyploidias növény azonban a rendes kromoszómaszámú példányoktól lényegesen eltérő és gazdaságilag is hasznosítható tulajdonságaival lep meg: így nagyobb, bujább, természetesebb növésű, olykor valóságos óriás; sejtjei nagyobbak, levelei erősebben fejlettek, hosszabbak, szélesebbek és vastagabbak, virágai feltűnő nagyméretűek, színük élénkebb, alakjuk változatosabb, magjai nagyobbak és a gyümölcsfáknál a termés nagyobb, pompásabb, ízesebb és sokkal gazdagabb vitamintartalmú; a test víz- és szárazanyagtartalma tetemes, ami a kultúrnövényeknél, például a főzelékféléknél, nagy előny, mert a főzelék zsenge voltát és táplálóerejét növeli. Ezen kedvező tulajdonságokkal szemben áll a polyploidias növények termékenységének megcsappanása és ellenállóságuknak tetemes megcsökkenése a külvilág ártalmaitól, azonfelül rendesen lassabban fejlődnek, később virítanak és rendesen csak egymást megtermékenyítve tudnak szaporodni s az eredeti törzsfajjal keresztezve, nem adnak termékeny utódokat, szóval a törzsfajjal szemben rendesen úgy viselkednek, mint idegen, új fajok. A polyploidias növények gazdag forrást nyitnak meg a növény-nemesítő részére, mert alkalmat adnak arra, hogy a mezőgazda és a kertész soraikból kiválassza azokat a hasznos változásokkal ellátott fajtákat, amelyekkel a rendes kromoszómaszámú növényeknél sok irányban tetemesebb sikert érhet el.

A faj keretén belül keletkező polyploidias növényeknél is nagyobb érdeklődést keltett a különböző fajok keresztezéséből származó korcsok polyp-

loidiója. A fajok keresztezése rendszeren továbbszaporodni nem bíró korcsok fejlődésére vezet, ha azonban két különböző fajhoz tartozó polyploidias növény csírasejtjei termékenyítik meg egymást, akkor az ilyen korcsok továbbszaporodásra alkalmas utódokat hoznak létre, vagyis termékenyek; a polyploidiasnak ezt az alakját megkülönböztetésül a fajon belül észlelt úgynevezett autopoloidiától, allopoloidiasnak nevezzük. Az allopoloidia fajfejlődési szempontból azért érdemel különös figyelmet, mert allopoloidia révén a különböző fajok közti korcs a kromoszómák megsokszorozódása és az azokban foglalt géneknek egy szervezetben való egyesítése révén új szintetikus fajjává válik. Az eddig több idevágó ismert példa közül csak egyet említek.

A *Spartina stricta* nevű fűfaj Európa atlantióceáni partvidékein honos és itt meglehetősen gyakori. A letűnt században hajókkal Amerikából egy másik *Spartina*-fajt hurcoltak be Angliába: a *Spartina alterniflora* nevűt, ez azonban itt csak kevéssé terjedt el. 1870 körül az egyik angliai kerületben, ahol a két *Spartina*-faj egymás mellett élt, megjelent egy harmadik teljesen új faj, a *Spartina Townsendii*, melyről a sejttani és örökléstani vizsgálatok megállapították, hogy ez az új, jól szaporodó faj a *Sp. stricta* és *Sp. alterniflora* allopoloidias származéka. Ezt bizonyítja az a tény, hogy a *Sp. stricta* érett csírasejtjei 28, a *Sp. alterniflora* csírasejtjei pedig 35 kromoszómát tartalmaznak, a *Spartina Townsendii* sejtjeiben pedig 126 kromoszóma van, melyek közül 56 a *Sp. stricta*-ból és 70 pedig a *Sp. alterniflora*-ból származik. Ezek szerint a *Sp. Townsendii* a *Sp. stricta*-ból és *Sp. alterniflora*-ból alakult új szintetikus faj, mely nemcsak azért nevezetes, mert példája annak, hogy napjainkban is, mintegy a szemünk láttára, fejlődik új faj, hanem azért is, mert a *Sp. Townsendii* példáján pontosan, mintegy nyomról-nyomra figyelemmel kísérhetjük egy újonnan létesült új faj térfoglalását. A *Sp. Townsendii* 1870-ben csupán Anglia déli partvidékén igen szűkre szabott területen volt honos, innen azonban egyre jobban terjedt el, úgyhogy 1902-ben az angol partokon mindenütt megtalálták, 1906 óta átcsapott a francia partokra s azóta kelet felé is terjedőben van. Az új fajnak életrevalósága és alkalmazkodó képessége kimutathatólag messze felülmúlja mindkét törzsfajét, ezért azokat ma egyre nagyobb mértékben kiszorítja.

A pontos sejttani és örökléstani vizsgálatok számos más növényről is kimutatták azoknak nemcsak allo- vagy autopolyploidias voltát, hanem eredetüket is sikerült megállapítani, vagyis azt, milyen fajok szintézise révén keletkeztek. így a 48 kromoszómás dohánynövényről (*Nicotiana Tabacum*)

kiderült, hogy a 24—24 kromoszómás *N. sylvestris* és *N. tomentosum* nevű fajok szintézise. A 48 kromoszómás közönséges szilva (*Prunus domestica*) a 16 kromoszómás előázsiai cseresznyeszilva (*Prunus cerasifera*) és a 32 kromoszómás kökény (*Prunus spinosa*) polyploidias összetételéből származik. A búzafajok polyploidias összetétele hasonló folyamat eredménye. A búzafajokban három különböző kromoszómaszerelvény szerepel, melyeket egyszerűség kedvéért az A, B és D jelzéssel illetnek. A 14 kromoszómás egyszemű búza (*Triticum monococcum*) tartalmazza az A, a 28 kromoszómás kétszemű tönké búza (*Tr. dicoccum*) és a kemény búza (*Tr. durum*) az A és B, a 42 kromoszómás tönköly (*Tr. spelta*) és a közönséges búza (*Tr. vulgare*) pedig az A, B és D jelű kromoszóma-szerelvényeket egyesítve. Minden jel arra vall, hogy a búza három (A, B és D jelű) kromoszóma-szerelvénye eredetileg egyenlő volt és idők folyamán kromoszóma-mutációk útján egymásból fejlődött. Hasonló mutációs folyamatok a három kromoszóma-szerelvényen belül még most is észlelhetők, úgy hogy a búzafajok körében még további szintézisek várhatók.

A polyploidiaira vonatkozó örökléstani tapasztalatok felhasználásával MÜNTZING svéd botanikusnak sikerült először a laboratóriumban kísérletileg két faj egyedének mesterséges „szintézisével“ olyan állandó új fajt létesíteni, mely a szabad természetben is előfordul, ő két kenderkefű-fajnak, a 16—16 kromoszómás *Galeopsis speciosa* és *Galeopsis pubescens*-nek polyploidias egyesítésével olyan 32 kromoszómás új fajhoz jutott, mely mindenben megegyezett a nálunk és egész Európában közönséges tarka kenderkefűvel (*Galeopsis tetrahit*) és mely annyiban is határozott „jó“ fajnak minősül, mert sem a *G. speciosa*-val, sem a *G. pubescens*-szel keresztezve nem ad termékeny utódokat, ellenben egymással párosítva felettébb termékeny. MÜNTZING a most említett „szintézis“-! tetszés szerint sokszor megismételte és az eredmény mindig ugyanaz volt.

Nem érdektelen, hogy polyploidias fajták és fajok gyakran olyan helyeken találhatók, ahol a rendes kromoszóma-szerelvényű, tehát rendes géntartalmú fajták és fajok már nem tudnak megélni. Az északi tájak zord-sága, a délvidék perzselő forrósága, valamint más szélsőséges éghajlatú helyek különösen kedveznek egyes polyploidias szervezeteknek, amelyeknek elterjedése gyakran éppen ezért sokkal messzebb tájakig ér, mint a rendes kromoszóma-szerelvényű növényeké.

## AZ ÉLET EVOLÚCIÓJA.

Nincs a biológiának, sőt a természettudományoknak általában, egyetlen olyan tana, mely a tudományoktól távol álló széles körökben, a társadalomban, oly szenvedéllyel teli mozgalmat és oly sok heves és éles vitát keltett volna, mint az evolúció gondolatát hirdető származástan. Avatottak és avatatlanok, biológusok és nem-biológusok, sőt politikusok és szociológusok mohón kaptak az új tanon; kiválasztották belőle a pártállásuknak megfelelő részt: azt a bizonyosság tetszetős köntösébe burkolták, könnyelműen új emberboldogító elméleteket építettek rá, vagy pedig jobb ügyhöz méltó buzgalommal igyekeztek hiányos voltára, állítólagos tévedéseire és káros következményeire rámutatni. Mellette és ellene egész nagy könyvtáryi irodalom fakadt. Ilyen körülmények között nem csoda, hogy a származástan éppen azért, mert nemcsak biológusok foglalkoztak vele és mert eszméinek az emberre való kiterjesztése miatt vallási, politikai és etikai háttére is homloktérbe tolult, valóságos útvesztővé lett. Csak kemény munka árán hüvelyezhetjük ki a valódi tényállást. A ráfordított fáradozás azonban nem hiábavaló, mert eredménye arra az-izgató, velőig ható kérdésre ad feleletet, hogy a Földünket benépesítő élő szervezetek mérhetetlen változatossága, formáinak sokfélesége és kimondhatatlan gazdagsága megmagyarázható-e? Tud-e a tudomány megbízható felvilágosítást adni arra nézve, hogy az élet fejlődéstörténetének szövevényes és csodálatos folyama milyen tényezők hatására, hogyan alakult ki?

E nehéz kérdéseket az ember már ősidők óta feszegeti s az emberi elme első szárnybontásától napjainkig különböző alakban, de változatlan szívós-sággal igyekszik rájuk megnyugtató feleletet találni. Bármennyire is eltérnek az idők folyamán kialakult föltevések, alapjában két csoportra oszthatók, aszerint, amint természetfölötti vagy természetes erőkkel magyarázzák az élő világ szédületes bőségű kibontakozását. Az előbbieket LiNNÉ-nek a fajok állandóságát hirdető tana köré csoportosulnak, az utóbbiak pedig a fajok változóságának álláspontjára helyezkedve, a származástan szülöttei.

A szabad természet ölén szerzett első tapasztalatok szerint az a forma, amelyben az állatok és növények fajai ma megjelennek, általában állandónak látszik. Bár minden faj többé-kevésbé „variál“, azaz tagjai testvéreiktől és szülőiktől is eltérő egyéni tulajdonságokkal vannak felruházva, mégis velejében az ifjabb nemzedékek annyira megegyeznek az őket megelőzőkkel, hogy az egy fajhoz való tartozás dolgában kétség nem merül fel.

Ennek a mindennapos, részletekbe nem merülő, a gyakorlati életet teljesen kielégítő és a növény- és állatfajok meghatározását könnyűvé tevő észleletnek alapján a faj alakjának állandóságát az elmúlt időkre is átvitték s föltették, hogy a ma élő és jól megkülönböztethető fajok a szerves élet kezdetétől kezdve a mostanihoz hasonló alakúak voltak. Ezért hosszú időn keresztül a fajok állandóságáról szóló nézet volt az uralkodó. Köztetszést keltve, meggyőződéssel hirdethette LINNÉ ez alapon 1737-ben megjelent „Fundamenta botanica“ és „Philosophia botanica“ című munkáiban: „Annyi fajt számlálunk, ahány különböző kezdetben teremtett. Annyi faj van, ahány különböző alakot hozott létre kezdetben a Végtelen Lény; és ezek az alakok a nemzés megszabott törvényei szerint utódokat hoztak létre, amelyek hozzájuk mindig hasonlóak. Tehát annyi a fajok száma, ahány különböző alak vagy szerkezet ma is van.“

A fajok aprólékosabb vizsgálatából és különösen a fajok meghatározásakor fölmerülő nehézségekből leszűrt tapasztalatokat hovatovább egyre nehezebben lehetett a fajok állandóságának dogmájával összeegyeztetni. A francia LAMARCK alig egy félszázaddal LINNÉ fő műveinek megjelenése után már bevallja, hogy a fajok csak addig látszanak állandóknak és egymástól élesen elhatároltagnak, amíg kevés az anyag, amelyet szemügyre veszünk, mihelyt azonban nagyobb anyagra terjesztjük ki vizsgálatainkat, a fajok közti hézagokat az átmenetek sora tölti ki. Megítélése szerint az élők világát nem egymástól elválasztott, állandó fajok, hanem egymásból fokozatosan átmenő egyedsorozatok alkotják, amelyeknek egyes csoportjai, ha a közöttük lévő átmeneteket kitöröltetteknek képzeljük, vagy ha azok idők folyamán kipusztultak, valóban azt a benyomást keltik, hogy „faj“-ok sorakoznak egymás mellé. Az élőlények mai alkotása ezek szerint a jelenlegitől különbözőből jöhetett létre fejlődés, átalakulás révén.

A fajok átalakulását LAMARCK magyarázata szerint a környezet közvetlen hatásai indítják meg olyképen, hogyha valamely szerv működésében a környezet megváltozásának következményeképen változás áll be, akkor ezzel karöltve a szervek szerkezetében és alakjában is változások létesülnek. Ezek a mechanikai és funkcionális alapon előidézett változások legelőször az egyéni élet keretében jelentkeznek mint szerzett, azaz nem öröklött tulajdonságuk. A környezet ingereinek állandó, tartós hatása folytán ezek a szerzett jellemvonások idővel öröklődővé válnak. A kis változások lassan, számos nemzedéken át egyre nagyobb számban gyűlnek, fokozódnak, összegeződnek és végül hosszú idő múltán új fajok keletkezésére vezetnek.



A jelenkor álláspontjáról ítélve azt gondolnák, hogy LAMARCK tanait, amelyekben az élőlények átalakulását (transformismusát) és fajfejlődését (evolúcióját) hirdette, elismeréssel fogadták. Az ellenkező következett be: tanait figyelemre se méltatták, munkáját mellőzték, agyonhallgatták; CUVIER, ki a fajok állandósága tételének volt elszánt harcosa és kinek nagy tekintélye uralkodott akkoriban a tudományon, a francia akadémia megbízásából készített tudományos munkák összeállításában LAMARCK nagy jelentőségű könyvének még a címét sem közölte. A fajfejlődés nagy elvének első bátorhangú hirdetője nem érte meg tanainak elismerését. Egy újabb félszázadnak kellett eltelnie, hogy a fajfejlődés gondolata DARWIN KAROLY-nak „A fajok eredete” című munkája révén végleges diadalra jusson.

DARWIN tana az összes élőlényeken észlelhető változékonyságon és a változások öröklékenységen alapszik. A változékonyság révén minden szervezet alkalmazkodás útján új tulajdonságokat szerezhet, melyeket átöröklés útján utódaira is átszármaztathat. A szerzett és öröklött tulajdonságok közül azonban csak azok a sajátságok maradnak meg és fokozódnak az utódokban, amelyek a létért való küzdelemben valamilyen előnyt biztosítanak a szervezetnek; a létért való küzdelemben hasznosnak bizonyult sajátságokat a természet azután az egyének kiválogatásával („természetes kiválogatódás”) nemzedékek során tovább tenyészt. A most említett négy tényező együttműködésének eredményeként, melyet az ivari kiválogatódás a létért való küzdelemben közömbös, úgynevezett „szép” tulajdonságok kitenyésztésével még fokoz, alakultak ki idők folyamán a most élő különböző élőlények.

A folyamat, amelyet a Természet az új fajok létesítésénél felhasznál, bámulatosan hasonlít ahhoz az eljáráshoz, amelyet az ember a mesterséges tenyésztésnél alkalmaz. Tudvalevőleg az állattenyésztők és a növénynevelők a háziállatok és növények közül azokat a példányokat, amelyek esetleg hasznosnak ígérkező különleges változások jelennek meg, gondosan elkülönítik a többiektől s csupán egymással engedik kereszteződni; a fejlődő utódokból ismét csak a kívánatos irányban változókat válogatják ki, és ha a kiválogatást és elkülönítést ilyen módon több nemzedéken át folytatják, egészen új fajtához jutnak. A természetben a tenyésztő szerepét a létért való küzdelem viszi. A változó egyének sorából csak azok maradnak meg és szaporodhatnak tovább, amelyeknek változásai hasznosak, vagyis az adott viszonyok között a legnagyobb előnyt biztosítják. A kezdetben kis változá-

sokból a természetes kiválogatás (selectio) hatása folytán éppen úgy alakulnak ki fokozatosan az új fajok jellemző tulajdonságai, mint ahogyan azt a tenyésztett házi állatainkon és kultúrnövényeinken a mesterséges tenyésztésnél tapasztaljuk.

Darwiné a halhatatlan érdem, hogy a tapasztalati tények biztos alapján megdöntötte a fajok állandóságát hirdető tant és győzelemhez juttatta az élő lények evolúciójának eszméjét. Természetes kiválogatódásnak nevezett speciális tanával éppen úgy, mint a lamarckizmusnak, nem sikerült ugyan megmagyaráznia kielégítő módon a fajok fejlődésének mikéntjét, azonban a biológia minden ágában az egész világon bámulatos lendületű nagy fejlődést indított meg és ennek eredményei sziklaszilárd alapra helyezték a fajok természetes fejlődésének, a származástannak (descendentia) hatalmas elvét, mely szerint a *ma élő összes szervezetek évmilliókra visszanyúló természetes erők vezérelte fejlődés eredményei.*

A biológiától távol álló körökben még ma is az a hiedelem, hogy az evolúció tana DARWINÓI származik és hogy az evolúció, vagyis a fejlődéstörténeti fajátalakulás tana egyértelmű a darwinizmussal. Mind a két felfogás merőben téves, mert az evolúció tana hirdetőkre talált már DARWIN előtt a görög és római filozófusok (THALES, ANAXIMANDER, HERAKLITOS, ARISTOTELES, LUCRETIUS), az arab tudósok (MUHAMED BEN EDRISI, KAZVINI) és LAMARCK személyében, a darwinizmus pedig csak a faj fejlődés magyarázatának egyik kísérlete, mely az evolúció alapjára támaszkodva, az élő lények formálódásának mikéntjét a természetes kiválogatással igyekszik megmagyarázni. Ma már úgyszólván egyetlen szakembert sem elégít ki eredeti alakjában a darwinizmus magyarázata, azonban értékét és jelentőségét bárhogyan is ítéljük meg, azt el kell ismernünk, hogy DARWIN-nak sikerült a fajok természetes úton való fejlődésének nagy eszméjét gondolkodásunk biztos alapjává kovácsolni.

Külön nyomatékosan hangsúlyoznunk kell, hogy az élő lények evolúciójának tana nem exakt természettudományos módszerekkel, szabatos kísérletekkel beigazolt tény, hanem tudományosan megalapozott föltevés, mely — minthogy az élő lények fajainak fejlődése meg nem ismételtető történelmi folyamat — nem közvetlen megfigyelésen alapszik, hanem éppen úgy, mint a Copernicus—Kepler-féle tan, egyes megfigyelések hosszú sorozatából vont végkövetkeztetések eredménye. Ha az égi testek mozgásait elienmondás nélkül akarjuk megmagyarázni, akkor kénytelenek vagyunk föl-

tenni, hogy az égitestek meghatározott tulajdonságú pályákon keringenek a Nap és saját tengelyük körül; az összehasonlító morphologia, fejlődéstan, rendszertan, élettan, állat- és növényföldrajz tényeit, valamint a palaeontológia megállapításait csak úgy érthetjük meg, ha fölteszük, hogy az összes élő lények fejlődéstörténeti összefüggésben állanak egymással. A fajátalakulás és faj fejlődés föltevése logikai szükségszerűség, mert az észlelt, megdöntetlen tényekből ez mint egyedül lehetséges és minden tényre érvényes magyarázat szükségszerűen következik. A Copernicus—Kepler-féle tan sem bizonyítható közvetlenül, és mégis senki sem kételkedik többé abban, hogy a Föld kering a Nap körül.

A fajfejlődés problémája magában foglalja a fajok rokonságának problémáját. Azonban kérdés: vajjon az összes élő lények a szó tulajdonképeni szoros értelmében rokonok egymással, vagyis valamennyien egy és ugyanazon összerazetere vezethetők-e vissza (egytrzsú = monophyeticus fejlődés), vagy pedig több trzsformát kell-e kiindulásul fölvennünk (soktrzsú = polyphyeticus fejlődés)? A valószínűség, valamint az erre vonatkozó vizsgálatok is, az utóbbi föltevés mellett szólanak. Amikor a Földön az első élő lények megjelentek, a Föld felszínének különböző helyein éppen úgy, mint ma, mindenetre különbözők voltak az életfeltételek. Minthogy fölöttébb valószínűtlen, hogy az összerazetek a Földnek csak egy helyén, ugyanabban az időben, egyszerre jelentek meg, föl kell tennünk, hogy különböző helyeken, egyenlőten életfeltételeknek megfelelően, a legfinomabb részletekben már eredettől különböző alkotású, egyébként azonban egymáshoz hasonló kezdetleges élő szervezetek fejlődtek, melyeknek továbbfejlődési iránya már kezdetlől fogva széttérő. Az ólő lényeknek ekként kezdetlől széttérőknek képzelt leszármazási vonalai tulajdonképen helyesen egy gömbnek a sugaraihoz hasonlíthatók és ezen származásvonalak, melyek esetleg többszörösen el is ágazhatnak, hosszúságukkal jelzik azt az időt, amely a szervezetek első életrekeltétől vagy máig, vagy az élő lények illető fájának kihaltáig eltelt. A kihalt fajok leszármazási vonala tehát rövidebb, mégpedig annál rövidebb, mennél régebben léptek le az élet színpadáról, viszont a most élők egyenlően hosszú és az élő tervezetek mai nemzedékében egyesülő végpontjaik egy gömb felületén fekszenek.

Ha az élő szervezetek faj fejlődésének szemlélete kapcsán tekintetünk az összes élő lények egyetemére esik, az élők változatos világa az eredetbeli rokonság félreismerhetetlen kötelékeivel egybefűzött nagy egységnek bizo-

nyui s ez az egység nem merev, változatlan, hanem folyton továbbfejlődő, szervesen, törvényszerűen összefüggő egész. Az élet összessége („totalitás“) nem pusztán egyszerű összegeződése az élő egyedeknek, hanem valami több, valami más: önálló hatalmas egység, melynek mint egésznek tagjai és szervei az egyes élő egyedek s az utóbbiak az élet roppant egységéhez képest szakasztottan úgy viselkednek, mint az egyedek szervei az egész egyedhez. Az a roppant mértékű, sohasem szűnő szaporodási ösztön, mely a szervezetekre jellemző, bizonyítéka, hogy az egyes élő egyedek az élet egészének szolgálatában állanak. Nem lehet kétséges, hogy az élet egésze a tulajdonképpem elsődleges jelenség és az egyes élő egyedek csupán szervek, eszközök a célhoz: az élet folytonosságának, terjeszkedésének és fiatalon tartásának biztosításához. Ez a meggyőződésünk szilárdul meg, ha számba vesszük, mennyi sok csíra és egyed esik áldozatul s mennyi sok elpusztulóra jut egy-egy túlélő. A Természet a fajra, nemzetségre, törzsre, végeredményben azonban az élet összességére fekteti a főszűrt és nem az egyes egyedekre. Az élők megszámlálhatatlan nagy mennyiségének folytonos pusztulása éppenséggel nem érinti az élet nagyságát és hatalmát. Sőt! Az életnek mindig ismét új egyénei vannak készletben, amelyek a legrövidebb idő alatt pótolják az elmúlókat, mindez azonban nem csökkenti az egyes egyedek értékét. Az egyedek az élet eszközei, szerszámai! Az élet bennük és általuk nyilvánul s az ő révükön fejlődik tovább.

A fejlődés, az evolúció elve napjaink világnépeinek kétségkívül sarkalatos axiómája. Azon vitázhatunk, hogy az ég kék-e, de nem azon, hogy azt kéknek látjuk. Szakasztottan így vagyunk az evolúció elvével is, mely nem csupán egy lehetséges tetszetős gondolat, egy röpke elmélet a sok közül, hanem az élő világról, a Mindenségről szóló szemléletünknek alapja. Akinek szeme van s azzal látni akar, a Föld nagy történetkönyvéből kiolvashatja, hogy elképzelhetetlenül hosszú idők óta az élet formái folytonosan változtak, míg belőlük hovatovább, fokozatosan az élők mai közössége kialakult, tehát amaz ősoktól „leszármazott“. A származás és a rokonság vonalai az aprólékos részletekben még több helyen a ránk maradt maradványok feltárásának hiányossága, sőt részben teljes elpusztulása miatt hézagos. Am egy festmény tárgyának tartalmát mikroszkóppal sohasem ismerhetjük meg és szépségét nem is sejthetjük. A mi mai *biztos* tudásunk az élő lényekről elegendő arra, hogy a legutóbbi néhány száz millió évben élt szervezetek evolúciójáról formáljunk képet. Ez természetesen csak a legutolsó aktus,

mely csak a szárazföldi növények és gerinces állatok kialakulását foglalja magában. A gerinctelen állatok összes alsóbbrendű törzsei már ezelőtt életben voltak s mindenesetre többszörösen mélyreható változásokon mentek keresztül. De ha a gerinces állatok jól ismert, mindig megújuló és egymást folyamatosan, zárt sorokban, szoros rokoni kötelékben felváltó formáinak hömpölygő áradatát határozott irányban az idők folyamán előretörni látjuk, lehetetlen kételkednünk abban, hogy a földtörténet megelőző szakáiban az alsóbbrendű törzseknek kibontakozása is hasonló módon ment végbe, még akkor is, ha erről a geológiai ősidőkből nincsenek földre zárt okmányaink és sok szervezet kemény részek híján nem hagyott nyomot maga után. Csak az evolúció kétségbevonhatatlan jele lehet, hogy kezdetben egyszerűbb ailkotású lények, azután egyre magasabban, bonyolódottabban, összetettebben szervezettek egymás fölé helyezkedve jelennek meg a Föld egymásra következő rétegeiben. Halak, Kétéltűek, Hüllők, Madarak, Emlősök következnek sorjában egymás után s végül jelenik meg az Ember.

Fantasztikusan nagyszerű grandiózus filmként vonul múltba irányított tekintetünk előtt az élő világ kibontakozása: a formák gazdagsága és sokfélesége mindig megújuló csodálattal! tölt el, de megnyugtat annak megállapítása, hogy mennél inkább közeledünk a jelenkorhoz, annál inkább háttérbe szorul a szervezetek idegenszerűsége és annál hasonlóbb az élők világa a maihoz. Az élet evolúciójának nagyszabású képén mindenütt a szervezetek jellemvonásainak természetes úton bekövetkező előrehaladó változását látjuk. Minthogy pedig az élő lények jellemvonásai attól függnnek, mit örököltek elődeiktől, az élő világ fejlődése tulajdonképen azt tükrözi vissza, hogy az öröklési alapítékokat (géneket) magába foglaló csíraplazma hogyan változott meg az egymásra következő nemzedékek során. Ebből folyólag az evolúció a legszorosabb összefüggésben áll az örökléstanall!.

A MENDEL tanain alapuló modern örökléstan kezdetben szöges ellentétben állt az evolúció tanával, mert tételei az egyes tulajdonságok és élettani állapotok kialakulását megszabó öröklési egységek (gének) törvényszerű állandóságából folytak. Később kiderült, hogy a gének csak viszonylag állandók, idők folyamán meg is változhatnak és ezen az úton a természetben kis számban bár, de folytonosa^ rendszeren kis, irány nélküli, örökletes változások, úgynevezett mutációk keletkeznek, melyek az evolúció szempontjából alapvető fontosságúak. Az egyszerű génmutációkon felül az örökléstan egyre nagyobb számban még olyan egész géncsoportok változásán alapuló mutációkat is észlelt, amelyek a megváltozott gének új kombinációján és a

csírasejtek génhordozó kromoszómáinak számbeli és alakbeli megváltozásán alapulnak. Az ekként ismeretessé vált mutációk hovatovább megváltoztatták az örökléstan elutasító álláspontját az evolúció tanával szemben.

Ma az örökléskutatók a gének megváltozásán és e változások különböző kombinálásán alapuló mutációkban látják az evolúció magyarázatának alapját, mely azt is lehetővé teszi, hogy a fajoknak az öröklessel biztosított állandósága simán összeegyeztethető az evolúció követelte fejlődő átalakulással.

A fajok a természetben, tekintve azt az aránylag rövid időt, melynek folyamán pontos észlelet tárgyai lehetnek, a gyakorlati élet szempontjából, bizonyos meghatározott határok és keretek között, valóban állandók. Ennek oka, hogy a hosszú természetes kiválogatódás hatása következtében olyan öröklési alkathoz jutottak, mely őket az adott viszonyokba a legbeleillőbbé tette. A gének vagy géncsoportok megváltozása következtében rajtuk megjelenő mutációk megmaradásának lehetősége éppen a fajok optimális alkalmazkodása következtében igen csekély, sőt sok megváltozott gén az uralkodó gén elnyomó hatása miatt nem is érvényesülhet és lappangó állapotra van kényszerítve. A minden fajon kis mértékben minduntalan megjelenő mutációk is mindaddig kigyomlálódnak, amíg a külső viszonyok meg nem változnak. Mihelyt azonban a környezetben lényeges változások állnak be, a mindig jelenlévő mutációknak és a génalkatban lappangó állapotban lévő mutált géneknek kedvező tere nyílik, mert a változott viszonyok a régitől eltérő, új génkombinációt részesítenek előnyben. Ekkor indul meg a megváltozott viszonyokba beleülő géncsoportok és mutációk kiválogatásával az új génalkat kiformalása, mely új fajta vagy éppenséggel új faj kialakulására vezet. Az új viszonyok állandósulásának kifejlődésével karöltve a természetes kiválogatódás az alkalmas mutációk és kombinációk kiválogatásával és állandósításával új állandó egyensúlyi helyzetet biztosít a fajnak, amelyen az ezután megváltozó gének és géncsoportok, valamint érvényesülő új mutációk már nem nyilvánulhatnak meg mindaddig, amíg a viszonyok újból meg nem változnak.

A mai modern örökléstan kísérleti eredményei, bár nagy kerülővel és módosított formában, íme ismét visszavezettek DARWINHOZ. AZ ÉLŐK VILÁGA evolúcióját magyarázó darwini tannak legmerészebb és legvitatottabb része: a természetes kiválogatódás tana az örökléstani kutatások révén biztos kísérletekkel megerősített alaphoz jutott.

Bár a szabatos kísérletekkel dolgozó örökléstannak megdönthetetlen határozottsággal sikerült megállapítania, hogy a szervezeteknek milyen fajtájú változásai vezethetnek a természetes kiválogatódás selejtező, ellenőrző, fokozó és irányító hatása alatt új fajok formálódására, ez ideig még sem tudott olyan általános érvényű elméletet kialakítani, amely az élő és kihalt fajok alakulásának *mikéntjét* minden fajra egyaránt a részletekre nézve is mindenkit kielégítő módon megmagyarázhatná. Erre nézve még élénk vita van a biológusok között, de ez távolról sem érinti az evolúció tényét, melyet minden szakember mint megrendíthetetlen biológiai alapigazságot elismer.

# TUDOMÁNY ÉS GYÓGYÍTÁS

ÍRTA  
BÁRÓ KORÁNYI SÁNDOR

„Aki a praxisba beleszeret theoria nélkül, olyan, mint a kormányzó kormány és iránytű nélkül: sohasem tudja, útja hova viszi.“

„Rosszul teszed, ha dicséred, még rosszabbul, ha ócsárolod azt, amit nem értesz jól.“  
*Leonardo da Vinci.*

„Az orvos nem az élőlények orvosa, nem is orvosa az emberiségnek, hanem az emberi *individuumé*, sőt ami ennél több, *egy* egyéniségé bizonyos speciális kóros körülmények közt, amelyek összességét az ő idiosynkrsiájának nevezték.“

*Claude Bernard.*

„Mi volt a világon az ember néhány ezer év előtt és mi ma? Elhagyatottan állott a természetben, amelyben előtte titok volt minden; érthetetlen erők minden váratlan megnyilatkozásán megrendülve nem láthatott egyebet a világegyetem vezetésében, mint szeszélyt; minden jelenséget különös és hatalmaskodó, kicsinyes szellemek tevékenységének tulajdonított. Hogy a világra hathasson, e szellemeckéket olyan eszközökkel igyekezett békíteni, amilyenekkel valamilyen miniszternek vagy képviselőnek kegyét szokás keresni. Még balsikerei sem térítették észre, mint ahogy a visszautasított kérelgető sem hagyja abba koldulását.

Ma már nem kérleljük a természetet, *hanem parancsolunk neki*, mert felfedeztük néhány titkát és minden nap más titkának jövünk nyomára. Olyan törvények nevében parancsolunk neki, amelyeknek nem szegülhet ellene, mert azok az övéi s nem kívánjuk tőle botorul, hogy változtassa meg törvényeit és mi vagyunk az elsők, akik magunkat azoknak alá^tjük. *Naturae non imperatur nisi parendo.*“

*Henri Poincaré.*



## ELŐSZÓ.

Apollóra, az orvosra, Asklepiosra és Hygeiára és Panakeióra és minden Istenre és istennőre, és tanúkul hívom őket, hogy erőm és belátásom szerint meg akarom tartani ezt az esküt és ezt az ígéretet: ... hivatásom mesterének fiait úgy fogom tekinteni, mint testvéreimet és őket jutalom és kötelezettség nélkül fogom ebben a hivatásban nevelni; fiaimmal, tanítóim fiaival, valamint azokkal a tanulókkal, akik az orvosi törvényekre esküt tettek, a tanulságokat, azok előadását és minden tudásomat közölni fogom, *de senki mással!*.. Nem vét-e *Hippokrates* esküje ellen az az orvos, aki nem orvosok előtt szól hivatása szelleméről?

*Hippokrates* 460-tól 370-ig élt Krisztus előtt. Azóta az emberek megváltoztak. Jelentékeny részük szellemileg nagykorú lett, önállókká válva, joggal megkövetelik, hogy velük *megértessék* azt, ami velük történik és szükségük van arra, hogy *tudásuk* megvédje őket a szélhámosok és a bár jóakarátú, de tudatlan és felelőtlen emberek káros befolyásától sorsukra, akik a nehéz órákban annyi fölösleges nehézséget gördítenek az orvos elé. Az ember reá szorul a bizalomra orvosában, de az intelligens ember reá szorul az orvosba mint *emberbe* vetett bizalmán kívül a *bizalomra az orvosi tudományban* is, ha reá bizza a maga egészségét, épségét, sokszor egész sorsát, életét és azokét, akikért él, akiket szeret. Ezt elérni másképp, mint a szakemberek okos felvilágosítása, az okos népszerűsítés által nem lehet. De ennek a népszerűsítésnek vannak határai.

Nem orvosnak azt a bölcsességet megadni nem lehet, melyhez a teljes képzettségű orvos is csak sok év tapasztalata után jut, mikor a lehetőségek ismeretében, vagy a szomorú jövő előrelátásában kell átélnie napokat, talán éveket, beteg hozzátartozója mellett vagy saját betegségében, anélkül, hogy

\* Wunderlich: Geschichte der Medizin. 1854. Stuttgart. Beilage, Exkursion und Notizen. 5. 1.

aggodalmai, gondjai tevékenységét zavarnák, lelkierejét megbénítanak. Ilyen körülmények között a betegnek és hozzátartozóinak saját belátásukon kívül *tanácsadóra és vigasztalóra* van szüksége, akiknek szerepében, az ő lelkületük szerint, a lelki atyának és az orvosnak kell megosztóznok. Hogy ebbe a szerepbe mennyi orvosi tudást kell belevinni, azt csak az okos, a tapasztatos, az emberismerő és jóságos orvos tudja eltalálni.

Ha a részletekbe elmélyedő orvosi tudás a nagyközönségnek nem is áll érdekében, érdekében áll belőle annyi, amennyi elegendő ahhoz, hogy orvosukat megértsék és megértsék a betegeknek, azok hozzátartozóinak és a köznek javát szolgáló rendelkezéseit és azok keresztülvitelében őt támogassák, amennyi szükséges arra, hogy nem orvosok célszerűtlen és káros beavatkozását elhárítsa és bizalmukat az arra hivatottakban megerősítse. Ezek a célok kívánatossá teszik, hogy a művelt emberek megismerjék és méltányolják az orvosi tudomány *szellemét* anélkül, hogy részletek, amelyeket úgy sem érthetnének meg, túlterhelnék őket.

## BEVEZETÉS.

Orvosi *tevékenység* azóta van, mióta a szenvedő ember segítségért embertársához folyamodik és mióta ember szenvedő embertársain segíteni próbál, — orvosi *hivatás*, mióta vannak emberek akik életüket e célnak szentelik. Az orvosi *tudomány* nagyon sokkal fiatalabb. Kifejlődésének előfeltétele annak felismerése volt, hogy *az élő természetben ugyanazon körülmények közt ugyanaz történik, akár csak az élettelenben* — e nélkül kutatás, törvényszerűség keresésének lehetősége nem volna — és hogy *a betegség csakúgy az élő természet törvényeit követő folyamatok komplexuma, mint az egészséges élet jelenségei*. E meggyőződésnek az orvosok vérévé kellett válnia ahhoz, hogy a gyógyítás teréről kiűzzék a vak hitet, a babonát, a különböző mezbe öltöztetett varázslatot, az értelmetlen kuruzslást, amennyire ezeknek kiűzését a nem-orvosoknak, a betegeknek és hozzátartozóiknak intelligenciája és kultúrája megengedte. Az azok alakjában folyó naív próbálgatás, a belőle idővel kialakult többé-kevésbé megbízható észleléssel összekötött empiria volt azonban minden tudománynak, minden technikának kezdete. Fölfedezéseiket a sötétségben, majd a világosságot megelőző félhomályban látták meg az orvosi tudomány ősei, de hogy régen mennyire hiányzott minden, ami a fejlődés megindulásához kellett volna, azt legjobb

bán bizonyítja *Virchow* megállapítása, mely szerint, bár *Hippokrates* és *Galenus* közt több múlt el egy fél ezredévnél, munkáikról elhihető volna, hogy azokat kortársak írták! Ez nem jelenti az empiriának meddőségét. Hiszen annak köszönjük a maláriát gyógyító chinakérget, a syphilist gyógyító higanyt, növényi és ásványi tüneti gyógyszereinknek nagy részét, az első klimato- és balneotherápiái tapasztalatokat stb. De ezekre a véletlen vezetett rá. Azért az empiria felfedezései *izolált tények* maradtak, amelyekből további haladás nem fakadt, míg *azokat nem munkálta meg, nem termékenyítette meg a tudomány*. Azonban az empiria ma sem felesleges még az exakt tudományok terén sem. Hiszen még 1896-ban *Becquerel* egy borús nap által megakadályozott kísérlet véletlene vezette annak fölfedezésére, hogy bizonyos uránsók, kémiai hatásukból felismerhető sugarakat lövelnek „átlátszatlan“ tárgyakon keresztül és ezzel indult meg a felfedezések ama sorozata, amely egyrészt a fizika alapjainak revízióját indította meg, másrészt *Röntgen* és *Curie*-ék munkája eredményeként orvosi téren a diagnosztika és terápia új útjait nyitotta meg, hatalmas momentumként annak az együttműködésnek, amelynek segítségével véletlen észlelet és metódikus tudományos kutatás az embert a természeti erők megértőjévé s urává teszik.

Kívülállók sokszor úgy képzelik, hogy ezek egymással ellentétben állanak. Ennek ellenkezőjét semmi más téren sem láthatjuk meg világosabban, mint az orvosin. Mikor a *tudományos kutatás* ismert tények összefüggéseit megvilágítja és újaknak előrelátását vagy legalább sejtését lehetővé teszi, a tudomány történetének tanúsága szerint nagy lehetőségekkel ajándékozza meg az embert, de őt a fény kékjének határán kívül eső dolgok iránt sokszor vakká teszi. Ezzel szemben a homályban tapogatózó *empiriának* korlátozottsága nincs és míg a tudomány felfedezéseket készít elő, amelyek annak tartalmában vagy legalább a hozzájuk vezető utakéban rejtett állapotban benne foglaltatnak és mire azokat kifejti, szinte maguktól értetődőknek látszanak: az empiria tévelygése közben sokszor tényébe botlik, amelyek egészen *újak*, meglepők. Ami a két metódusban közös, ami azokat egymással összeköti, az *az események megbízható megfigyelése* és a levont következtetéseknek emberi gyöngeségektől lehetőleg mentes *kritikája*. Ha ezek a két metódust egyforma tökéletességgel kísérik, közöttük lényeges különbség marad, hogy az empiria terén a tényeket az élet válogatás nélkül viszi az észlelő elé, míg a tudomány módszeres kutatója a tényeket előre sejtve, *keresi* vagy mint *kísérletező* maga *provokálja* és maga igyekszik

befolyásolni. Ennek elérhetősége teszi a tudományt oly bámulatosan termékennyé, az általa ajándékozott lehetőségek teszik a tudós foglalkozását oly izgatóvá, oly végtelenül érdekessé, az általa nyújtott lehetőségek, kilátások, remények az orvostudósét sok kínos problémája, kínos élménye és izgalma közt nemcsak elviselhetővé, hanem sokszor olyan érzésekkel teltté, amelyek érthetővé teszik az első nagy orvosnak, *Hippokratesnek* „az orvos Istenhez hasonló“ mondásában kitörő és sokaknak érthetetlen vagy sokak által félreértett emelkedett hangulatát.

A tudomány behatolásának kezdetét az orvostanba élesen megállapítani nem lehet. Ma is vannak még primitív állapotban levő területei, amelyek fölött primitív empiria uralkodik, vannak viszont olyanok, amelyeken az orvos munkáját más tudományoktól átvett vagy saját módszerei, saját technikája a természettudomány magas követelményeinek megfelelő színvonalra emelik. Ez okozza azt, hogy az orvosi hivatás szellemét könnyebb példákból, mint rendszeres fejtegetésből megérteni.

\*

\* \*

Vannak betegségek, amelyeket az egyszerű józan ész is megért és megérti azt is, mi módon lehet tőlük és következményeiktől szabadulni. Érthető, ha nagy erő valamely végtag csontját eltöri és érthető, hogy ahhoz, hogy az eltört csont végei egyenesen nőjjenek össze, azokat egymáshoz kell illeszteni és rögzíteni. Érthető, hogy romlott étel elfogyasztása vagy mértéktelen lakomázás, ivás, megterheli az ember gyomrát és hogy neki hányás, hashajtás jót tesz. Érthető, hogy vérző sebfelületen a vérzést nyomással lehet csillapítani. A legtöbb esetben azonban a betegség veszedelmei nem ilyen világosak, azok kezelésére nem mutat utat a szaktudást nélkülöző egyszerű józan ész és a primitív ember, nem értvén meg a betegség természetes logikáját, eredetét, azt *természeifölöttinek* hiszi. Azt hiszi, a beteget természetfölötti erővel bíró ember *megebabonázta*, megátkozta, „megverte a szemével“, őt rossz szellemek átka üldözi, istenek haragja, büntetése érte utói és odáig megy, hogy pl. az epilepsziát „szent betegségnek“ nevezi. Akkor pedig „logikus“ — mAt következtetése gondolatmenetének kiindulásával összhangban áll — az a hit, hogy a természetfölötti befolyásokkal csak természetfölötti erőkkel lehet szembeszállani: bűvös mondásokkal, babonával, ceremóniákkal, hogy a haragvó isteneket kérlelni, áldozatokkal békíteni kell stb.

Ez már „gyógyítás“, a gyógyításnak első, primitív kísérlete, amelynek alapja a *hit*, a *bizalom*, lelki befolyás, amely nem egyszer hat közvetve a testre is és még inkább hat a betegség által érintett lélekre.

Mert a *betegségnek két képe van*. Az egyiket a szakember, a pathológus látja. Pl. a gyomordaganat diagnózisát az orvos sok tapasztalat alapján bizonyos külső jelekből fel tudja állítani és felismeri azt is, hogy pl. az a daganat rák. Diagnózisából az orvos tudja, hogy a rákos gyomor emésztőképessége hanyatlik, helyzeténél fogva annak kijárata a bélcsatorna felé talán megszűkült, kiürülése ennél fogva késik, tartalma bomlásnak indul stb., stb., és ismeri a súlyos jövőt, amely a gyomorrákban szenvedő betegre vár. Egészen más a betegségnek az a képe, amely a beteget gyötri: étvágytalan, szája íze rossz, étkezés után gyomrát teltnék érzi, talán émelygésről, hányásról panaszkodik, itt-ott fájdalma is lehet, soványodik, gyengül stb. Ezekhez járul az aggodalom, a félelem a súlyosbodó betegség érzetének befolyása alatt, előbb-utóbb a fokozódó szenvedés állapota, reménytelenségének belátása, a maga és családja helyzetének nyomasztó súlya — mindaz, ami a betegségnek szubjektív oldala, az, amit *Goldscheider* berlini professzor a *betegség autoplasztikus képének* (képnek, melyet az ember baja felől maga alkot magának) nevezett, amely sokkal súlyosabb, de sokkal enyhébb is lehet az „igazinál“, az objektívénél, annál, amelyet az orvos ismer fel és tudománya nyelvén nevez meg. Amaz bizonyos fokig emettől függetlenül is befolyásolható és érthető, hogy a betegség szubjektív képének jelentőségét a beteg tudatlanságában sokszor föléje helyezi az orvos által látotténak és a neki ismeretlennek. A betegség ezen kettős képe a beteg és az orvos közötti oly gyakori félreértések egyik forrása. Ha a gyomorrákot *idejében* sikerül az orvosnak felismerni, a sebésznek eltávolítani, a meggyógyult beteg bajának mindkét képétől megszabadul. Ha nem, akkor betegsége feltartóztathatatlanul halad előre. De megeshetik, hogy kétségbeesésében kuruzslóhoz fordul és csodatevésében bízva, reménye újra ébred, szenvedése enyhül, kedélye javul, enni kezd, hízásnak indul és egy ideig azt hiheti, hogy mikor állapota romlott, diagnózisában orvosa tévedett és „rosszul kezelte őt“. Az orvosi hivatás körébe mind a betegségnek, mind „autoplasztikus képének“ kezelése, mind a gyógyítás, mind a szubjektív szenvedések enyhítése, a lelki erő fenntartása és a *vigasztalás* is beletartozik. Ebből származik jótéteményeinek — de lehető botlásainak is — sokoldalúsága. Ezen az úton múltó eredményeket magukban véve közömbös gyógyszerekkel is lehet és ha lehet, kell is elérni. Reájuk nézve áll az a mondás, amellyel *Grote* a Németország-

bán úgynevezett „természetes gyóymódnak“ („Naturheilkunde“) divatját jellemezte: „schliesslich lässt sich alles mit allem behandeln“. E kettős feladatnak a legjobban a szükség esetében specialisták segítségét is igénybe vevő régi házi orvos felelhetett meg, míg az „igazi“ betegség gyógyításában sokkal nagyobb eredményt elérő intézeti és specialista kezelés mesterei előtt a sokszor kevésbé megközelíthető „autoplastikus“ kórkép háttérbe szorul. Ez az orvosi hivatás ma oly gyakran emlegetett „krízisének“ egyik oka. Ha valakinek gyomorrákja van, ahogy azt példánkban vettük fel, akkor az ilyen javulások, bár nem értéktelenek, de csak ideiglenesek és veszedelmesek is lehetnek, mert a gyógyulást egyedül lehetővé tevő műtét végrehajtását késleltetik. Ha azonban a betegség múltó természetű, akkor az orvosba, a gyógyszerbe vagy a kurzuslőba helyezett bizalom által előidézett vagy pedig a betegségnek a kezelés alatt önmagától bekövetkezett gyógyulása is azt a hitet táplálhatja, hogy az az alkalmazott módszernek tulajdonítandó. Ebből származik a lehető tévedések nem egy fajtája az orvosi tevékenység megítélésében.

A másik, az ellenkező irányú pedig származhatik abból, hogy minden esetben egészen biztosan beváló gyógyszerek és egészen biztosan előrelátható lefolyású betegségek nincsenek és a leggondosabban kezelt, talán veszélytelennek látszó betegségnek is lehet rossz vége, igazolva *Hippokratés* mondását: „Az élet rövid, a hivatás (megtanulása) hosszú, az alkalom múltó, a tapasztalat megbízhatatlan, megítélése nehéz.“

A betegségek nagy része azt a benyomást teszi a naív észlelőre, hogy ez a beteg egyéniségétől, elmúlt egészséges életétől különálló valami. De azt is korán észre kellett venni, hogy vannak betegségek, melyek magának az életnek következményei. A gyógyulásoknak ugyanilyen benyomások szerint szintén két nagy kategóriája van. Az egyikbe tartozók gyógyszereknek, szellemeknek, varázslatoknak, isteneknek és más kívülről származó hatások eredményeinek tulajdoníthatnak. A másikba tartozókon látszik, hogy magának az életnek győzedelmes védekezéséből adódnak, amelyhez az eszközt a „*vis medicatrix naturae*“, a természet gyógyító ereje és nem az orvosé szolgáltatja. E kategóriák között a határ nem mindig, talán nem is gyakran éles és úgy a betegségbe, mint a gyógyulásba mindig vagy legalább többnyire beleavatkozik a betegnek organismusa, egyénisége, „constitúciója“, „conditioja“, beleavatkozik a bel- és külvilágnak sok más mindenféle tényezője is. Káoszukban nehéz, sőt sokszor lehetetlen megkülönböztetni egymástól a hasznosat, a közömbösét és az ártalmasat. Már pedig ez a lényeges.

Bárhonnét is vesszük gyógyító vagy ilyeneknek tartott eljárásainkat, az első feladat annak megállapítása volna, hasznosak-e azok vagy nem? Ehhez vagy a betegségnek és gyógyulásnak mechanizmusát kellene annyira tökéletesen ismerni, hogy az utóbbi az előbbiből közvetlenül legyen levezethető vagy minthogy ez többnyire nem érhető el, azt kellene tudni, mi volna a betegségnek lefolyása gyógy eljárásaink alkalmazása nélkül és azon mit változtatógymódunk. Választ e kérdésre egyes-egyedül a betegség lefolyásának olyan alapos ismerete adhat, amilyen csak sok tapasztalatból és a betegészlelés nagyon megbízható módszereinek alkalmazásából adódhatik.

A primitív gondolkozás azt, ami történik, annak tulajdonítja, ami azt megelőzte: „*post hoc, ergo propter hoc*“ („utána, tehát annak következtében“). Mindenki belátja azonban, hogy az egymásután véletlenek találkozásából is származhatnak. A következtetés helyességének valószínűsége nő, ha a tapasztalat azt mutatja, hogy az egymásutánok ismétlődése gyakori, szabályszerű. De ez még akkor is származhatik oki összefüggéstől függetlenül, ha az egymást törvényszerűen követő események forrása közös, mint a nappal és az éjjel váltakozása, amelyet nem a köztük fennálló oki kapcsolat, hanem az okoz, hogy mindkettő közös következménye a föld forgásának tengelye körül. A gyógyszerhatások befolyásának megismerése tehát a sok zavarókörmény közt nagyon nehéz feladat. Nem fölösleges, hogy módjai felől néhány mondanivalót közöljünk.

#### *Miből ismerhető fel a gyógyszerhatás?*

Morphium injectio után a fájdalom megszűnik. A fájdalom annál biztosabban, annál gyorsabban, annál teljesebben szűnik meg és szünetelése annál tovább tart, *minél nagyobb a befecskendezett morphiomadag. Ez a törvényszerű és quantitative ellenőrizhető befolyás a gyógyszerhatás exakt bizonyítéka.* Számos olyan tüneti gyógyszerünk van, amelynek hatékonysága ugyanezen schema szerint éppen olyan biztosan állapítható meg, mint a morphiomé.

Az orvos fontos feladata a szenvedések enyhítése is, de nem ez a legfontosabb. A legfontosabb *a betegségek megelőzése és gyógyítása.* Ahhoz nem fér kétség, hogy enyhíteni nagyon sok szenvedést tudunk, de hogyan állunk betegségek gyógyításával, *gyógyító eljárásaink* értékének vizsgálatával?

*A visszatérő láz* — febris recurrens — piszkos, nyomorúságban élő emberek betegsége, amely cigánytáborokban, háborúban, elhanyagolt kato-

nák, menekülők, foglyok közt nagy járványok képében dühönghet. Az ezt okozó, a vérben kimutatható mikroorganizmust — mint a kiütéses typhust is — a ruhatetű viszi át egyik emberről a másikra és mint ahogy azt a világháború tapasztalata bebizonyította, a járvány leküzdésének megbízható módja a tetűmentesítés. A betegség lefolyása rendkívül szabályos. Legjellemzőbb annak lázmenete, hidegrázással kezdődő hirtelen hőemelkedésével, 5—7 napos, majdnem egyenletesen magas hőmérsékével, fejfájásával, izomérzékenységével stb. és hirtelen bekövetkező krízisével, amelyet kb. 4—6 napos láztalan állapot, azt ismét az elsónél enyhébb és valamivel rövidebb relapsus (visszaesés) követ, amelyhez újabb láztalan állapot után esetleg még egy 1—2—3 napos relapsus csatlakozhatik. Ha a recurrens első napjainak egyikén *egyetlen egy salvarsan-injectio után* a beteg láztalanná válik és véglegesen meggyógyul, akkor tulajdonképpen már ez az egyetlen észlelet is bizonyítja azt, hogy a salvarsan a recurrenst meg tudja gyógyítani. Ha azután tovább vizsgálva a salvarsan hatását, azt találjuk, hogy alkalmazása után a betegség abbamaradása az eseteknek annál nagyobb százalékában következik be, minél nagyobb salvarsan dosist adunk, akkor thésisünknek, amely szerint a salvarsan a recurrens gyógyszere, megadjuk *quantitativ bizonyítást* és ezenkívül a megoldott principialis kérdést megtoldjuk a gyakorlatinak megoldásával is, megadva azt a salvarsan dosist is, amit a betegség gyógyítása megkíván.

Amerikai vademberek a *malaria* ellen lelkületüknek megfelelő babonás ceremónia kíséretében *chinakérget* adtak. A chinakéreg egyike volt azoknak a kincseknek, amelyeket az óvilág embere az újból magával hozott. A *malaria* lefolyása azonban nem olyan szigorúan törvényszerű, mint a recurrensé. Azért gyógyszere hatásosságának bebizonyítása nem olyan egyszerű. Lázrohamai néha minden gyógyszer nélkül elmaradhatnak. Máskor pedig a chininadás egy ideig vagy végleg is eredménytelen marad. Így azután megeshetik a gyógyszer keresése közben, hogy az első esetben értéktelen beavatkozásoknak a *malaria* ellen gyógyhatást tulajdonítanak és az értékesek egyesekben nem találnak hitelre. Az előbbieik közé tartozott egy ideig Franciaországban a magyalfa (*Ilex aquifolium* = krisztustövis) kérge. *Chomel* értékének tisztázására összegyűjtött 22 maláriás beteget. A döntő kísérlet végrehajtása előtt azokat egy ideig minden kezelés nélkül észlelte és ime közülük 19-nek láza a kórházban fekvés alatt „magától“ elmaradt, a többi három pedig, aki lázas maradt továbbra is, hiába vette a magyalfa kergét, hideglelése változatlanul fennállott. Ha *Chomel* siet és beadja kipróbálandó



gyógyszerét a kórházi tartózkodás első napján, azt hihette volna, hogy vélt gyógyszerével 22 maláriás betege közül 19-et meggyógyított és, ha sokak rossz példáját követve 100-nál kevesebb esetből százalékot számít ki, triumphálva közölhette volna, hogy a maláriának az esetek 87%-ban hatásos új gyógyszerét fedezte fel. íme egyike azoknak a veszedelmeknek, amelyeknek áldozatul eshetik, aki gyógyszert keres és a kutatás hibaforrásaira nem vigyáz.

A malária lefolyása nem olyan szabályos, mint a recurrensé, de mégis elég szabályos ahhoz, hogy még Amerika őslakói is meggyőződhetnek a chinakéreg megbecsülhetetlen értéke felől, bár talán nem tudták, mekkora és milyen része van e sikerben a chinakéregnek és mekkora a beadását kísérő együgyű ceremóniának. Sokkal szabálytalanabb pl. a typhusnak lefolyása. Halálokai között szerepelnek többek között a bélvérzés, bélátfúródás stb., complicatiók, amelyek a legenyhébbeknek látszó esetekben is bekövetkezhetnek és amelyek miatt *egy-egy* eset jövőjét, kórjóslatát biztosan nem láthatja előre senki sem. Azért *egy-egy* vagy néhány szerencsés vagy szerencsétlen végű esetről nem mondható meg soha sem, vajjon az adott gyógyszer annak lefolyására volt-e hatással vagy sem. A thypuskezelés megítélésének bizonytalanságát semmi sem mutatja jobban, minthogy több mint télszázadnak óriási tapasztalata sem felelt határozott igennel vagy nemmel arra a kérdésre, hogy végső eredményben hasznos-e a typhusos beteg lázának csillapítása, árt-e vagy közömbös? E kérdés csak statisztikai rlapon volt tisztázható. Hogy nem tisztázott máig sem, abból vagy az következik, hogy lázellenes szerek alkalmazása vagy nem-alkalmazása a typhushalálozás százalékát nem befolyásolja vagy az, hogy befolyása oly csekély, hogy még mindig tökéletesítésre szoruló statisztikai methodusaink kimutatására nem eléggé érzékenyek.

Nemcsak laikusoknak, de sokszor orvosoknak is hibája, hogy gyógyszerhatások kérdésében *egy* vagy néhány eset észleléséből vonnak következtetéseket vagy hogy az *egyes* esetek érték szerinti mérlegelésére képtelenek, önkénytelenül nagyobb bizonyító erőt tulajdonítva azoknak, amelyek várákozásuknak megfelelnek, mint olyanoknak, amelyek lefolyása azzal ellentétben áll, nagyobb súlyt tulajdonítva saját észleletüknek, mint más éppen olyan megbízható szakemberek észleléseinek stb. Hogy az ilyen hibás eljárás jelentőségének mindenki tudatára jusson, arra elég az egyszerű figyelmeztetés. De az anyagnak egyszerűen csak *igaz* feldolgozásához kötött követelmény betartásán kívül is milyen nagyok azok az igények, amelyek kielégítésétől függenek a tapasztalati anyag statisztikai feldolgozásának a matematikust is kielégítő megbízhatósága és mennyire lehetetlen, hogy ilyen természetű anyagra támaszkodó önálló „véleménye“ legyen a laikusnak, aki talán „hasonló esetekről“ beszélni hallott, egyről tud, akit így, egy másikról, akit amúgy gyógyítottak meg, s amelyet egyszer-

másszor szembeállít az orvoséval, — azt a probléma matematikai természetének kifejtése világítja meg.

Valamely betegségnek halálózási százaléka gyógyszer által nem zavart lefolyás esetében  $a\%$ , valamilyen gyógyszer szedésekor ellenben  $b\%$ . Levonható-e abból, ha  $a\%$  nagyobb, mint  $b\%$ , az a következtetés, hogy gyógyszerünk használt vagy annak ellenkezőjéből, hogy az ártott. E kérdésre nemmel kell válaszolnunk, mert a pusztá számok a *véletlent* nem zárják ki. Exakt tudósok azt is ajánlották nekünk orvosoknak: alapsítsuk ítéletünket a valószínűségi számítás szabályai szerint feldolgozott anyagra. Hogy az a gyakorlatban mennyire nehéz vagy keresztülvihető, a következő számítás mutatja meg (1. báró Korányi Sándor. Orvosképzés. 1920 284. 1.). Tegyük fel, hogy bizonyos bajban szenvedő 300 ember közül kezelés nélkül meghal  $90 = 30\%$ . A valószínűségi számítás szerint akkor az igazi halálózási százalék, ha a számítás eredményétől 0-995% megbízhatóságot követelünk, legalább 23 és legfeljebb 37%. 300 egészen hasonló más eset közül meghal bizonyos kezelés mellett  $60 = 20\%$ . Ez ugyanazon számítás szerint legalább 13 és legfeljebb 27% igazi halálózási százalékot jelent. Ambár tehát az adott kísérleti sorozatban a kezelt esetekben csak  $\frac{2}{3}$ s annyi volt a halálos esetek száma, mint a kezeletlenekben, *biztosan* még sem mondható, hogy a gyógyszer használt, mert ez a tapasztalat még azzal a szélső lehetőséggel is összefér, hogy a kezeletlen esetek *igazi*, az összegyűjtöttnél még sokkal nagyobb anyag feldolgozásának alapján megállapítható halálózási százaléka csak 23, a kezeletké pedig 27% és így nagyobb, hogy tehát a kezelés nem használ, hanem árt! E példa megmutatja, hogy *matematikusok ilyen követelményeinek eleget tenni a gyakorlatban nem tudunk* és az orvosi hivatást megbénítaná, ha eredményei megbírálásában 0'995% valószínűséget akarnánk elérni. *De a gyakorlat és tapasztalat mégis megmutatta azt is, hogy ha tapasztalataink folytonos gazdagodása közben álláspontjainkat mindig csak ideigleneseknek tekintjük és folyton revidéáljuk, azok a valószínűséghez lépésről-lépésre közelebb jutva, ideigóráig fennálló tévedésektől ugyan nem óvhatnak meg, de azok őszinte konstataciója az egyetlen mód, amely az emberi haladást biztosítani képes és mint kultúrájának haladása bizonyítja, biztosítja is.*

A többé-kevésbé szabálytalan lefolyású betegségek statisztikai feldolgozása annál nagyobb anyagot követel, mennél nagyobb a változatosságuk. Hogy mekkora az az anyag, amelyből valószínűleg megbízható következtetés vonható le, amelyben a „*nagy számok*” törvénye érvényesül, azt előre megmondani nem lehet. Utólag azonban a megítélés nem lehetetlen. Ha pl. *több*, körülbelül egyforma nagy csoportpár *mindegyikében* egyformán mutatkozik, hogy valamilyik betegségben szenvedők közül több hal meg belgyógyászati, mint műtéti kezelés esetében, *a mutatózó szabályosság* bizonyítéka a műtéti kezelés megbízhatóbb voltának. Persze ennek megállapítása még nem zárja ki azt, hogy az esetek tömegének *tagolása* pl. a kor vagy a baj stádiumai stb. szerint és individuális döntés arra vonatkozólag, hogy az egyes esetek közül melyek operáltassanak, melyek nem, az eredményt még jobbá tehetik, mint minden ugyanazon bajban szenvedő beteg operálása különbség nélkül.

A bizonyítás más neme is szóba jöhet hatás és beavatkozás közti összefüggésben a szabályosság keresésekor. Ennek példája a következő. A világháború alatt a német hadsereg typhusbetegeinek halálózása, ha a betegek védőoltásban nem részesültek, 9-6% volt, az egyszerű oltottaké már csak 8-7, a kétször oltottaké 66, a háromszor oltottaké 5-9, a még többször oltottaké pedig 2-6% volt! Egymagában talán egyik szám sem volna igazán bizonyító, de a *halálózás csökkenésének szoros összefüggése az oltások számával* éppen olyan bizonyító a védőoltásoknak a typhus veszélyességét csökkentő hatása mellett, mint ahogy a morphiium fájdalomcsillapító hatásának egyik bizonyítéka a morphiium dosisa és a hatás intenzitása közti törvényszerű összefüggés. Az ilyen szabályosságnak megjelenése egyúttal azt is bizo-

nyitja, hogy az anyag, amelyből következtetést merünk levonni, természetéhez képest elég nagy ahhoz, hogy belőle következtetni lehessen.

Az elmondottakból következik, hogy a gyógyítás eszközeinek értéke felől csak igazán nagy és lehetőleg egynemű beteganyagnak észlelése alapján tájékozódhatunk, a kezelt és nem kezelt esetek lefolyásának összehasonlítása alapján. Amíg az ellenőrzés e módjának szükséges volta ismeretlen volt és laikusok néhány, még az exakt diagnosist és ellenőrzést is nélkülöző eset alapján mertek orvosi eljárások értéke felől ítélni, a régi Róma elhihette, hogy a pestis járvány tói Asiklepiosnak Epidaurosból elhozott és a Tiberis szigetén megtelepedett kígyója szabadította meg. A gondolkozás hasonló hibája folytán gyógyhatások megítélésében, bár más formájú, kevésbé naív, de lényegileg hasonló tévedések előfordulhatnak ma is.

Egynemű beteganyag összeszedésének ölfeltétele az orvosi tudás, amely nélkül megbízható diagnosissokról szó nem lehet. De hogyan lehetett volna pl. a lázas betegségek egymástóli megkülönböztetéséről szó *egészen a múlt század második feléig*, mielőtt *Wundevlich* a testhőmérsék rendszeres ellenőrzését a diagnostikában meg nem honosította volt? A nagy és halaszthatatlan szükség azonban az embert a régmúltban arra kényszerítette, hogy házát, hidat, erődöt építsen olyan anyagokból is, amelyeknek fizikai sajátosságait még nem ismerte eléggé ahhoz, hogy biztosan tudja, elbírák-e a reájuk váró megterhelést. Ilyen halaszthatatlan szükség kényszere készíti a szenvedő vagy aggódó és nem szakértő embert is arra nem egyszer még ma is, hogy egymással vetélkedő, egymást felváltó gyógy módokra bízza magát, melyek értékét maga megítélni nem képes és amelyekben talán tovább bízik akkor is, mikor a tudomány fejlődése régen elhaladt fölöttük.

Az orvoslás primitív és tudományos módszereinek egymáshoz viszonyítva, a módot, amint azoknak szerepköre a különböző betegségek között az idők folyamán megoszlott és részben ma is megoszlik, nagyon világosan illusztrálja az idegbetegségek gyógyításának fejlődése. Betegesen fokozott, csökkent és rendezetlen idegrendszeri működések okai lehetnek gyógyítható, önmaguktól gyógyuló vagy gyógyíthatatlan bonctani elváltozások és működési zavarok létrejöhetnek bonctani elváltozások nélkül is. Az ilyenek nem egészen találó elnevezéssel „*funktionalisoknak*“ neveztetnek. Végül idegbetegségek képét összetevő tünetek lehetnek vegyes eredetűek is, amennyiben idegrendszeri működési zavarokkal járó kórbonctani elváltozások azokon kívül többé-kevésbé reparálható „*functionalisokat*“ is provokálhatnak. A kórképeknek e különböző kategóriáit csak az orvosi tudomány fejlődésé-

nek magas fokán sikerült egymástól élesen megkülönböztetni. Azelőtt, mint ahogy e betegségeket nem lehetett egymástól megkülönböztetni, a gyógy módok közt sem lehetett különböző voltuk szerint racionálisan válogatni és a gyógyítás menetét a korlátlanul csapongó fantázia irányította.<sup>1</sup>

A csodálatosaknak látszó gyógyulások különböző természetűek. Egyik féleségük számára a lehetőséget megadja a betegségek jelenségeinek kétféle kategóriája: a *materiális* és a *psychikus* eredetű, az „autoplastikus“ (*Goldscheider*).

Vannak betegségek, amelyek *egészen autoplastikusak*, psychogenek és amelyek psyche útján lelki behatás által gyógyíthatók. A beteg egyéniségétől és lelki állapotától függ, *hogy ki az*, aki reá gyógyító befolyását érvényesíteni tudja és célját ki által és milyen eszközökkel éri el. Az egyik esetben ez elérhető gyógyszerrel, a másokban suggestióval, hypnosisban vagy éber állapotban is, *Kneipp*, *Coué*, *Zeileis* vagy más hozzájuk hasonlók módszereivel. Természetes, hogy az ilyen gyógyítás sikerei annál nagyobbak, minél „suggestívabb“ egyéniség az, aki azt keresztülviszi, s minél „suggestívabb“ légkörben, minél „híresebb“ helyen történik és intelligenciájának, általános műveltségének színvonalától sokszor csodálatos mértékben függetle-

<sup>1</sup> *Sigerist* (Grosse Ärzte. München, 1932.) orvostörténetíró megkapó leírását adja Asklepios epidaurosi szentélye romjainak. A romok közt barangolva „a szent utca kőlapjain körvonalak válnak lassanként felismerhetőkké a sötétkék égről kegyetlenül perzselő napban ... A halott táj megélnékül. A képzetben az épületek régi fényükben támadnak fel. Szobrok, márvány, arany, amerre csak a szem ellát. Seregestől jönnek a betegek, a nyomorékok, gyalog, lóháton, hordágyon, számaron. A szent terület határát csak megtisztult ember lepheti át... Szülönők, haldoklók, tisztátalan emberek számára Antonius Senator külön házat épített a falakon kívül. A zarándokokat négy udvart környező vendégfogadó várja. Fürdők, gymnasium, egy kis és egy nagy színház, versenytér állanak szórakozásul rendelkezésre, a lemosásokból, imákból, áldozatokból, böjtölésből álló előkészítés ideje alatt. Ezalatt naponta elmennek a betegek a csodálatos gyógyulások emlékét megőrkítő táblák alatt és elolvassák, hogy az egyik szemére vak athéni Ambrosiának szemét Asklepios álmában felvágta, balzsamot csepegtetett belé és mire felébredt, mindkét szeme látott. Agestratos, akit fejfájása nem hagyott aludni, meggyógyult. Sergius, kinek mellén nyíl által okozott sebzés genyedést tartott fenn, a nyíl hegyével kezében ébredt... Mikor a felcsigázott varakozás elérte a tetőfokát, a betegeket este bevezették a csodatevő helyre. Ott, az isten arány és elefántcsont szobra előtt meghozták áldozatukat és az „abat<sup>n</sup>“-ban, a fekvőcsarnokban, lefeküdtek az „incubatio“-ra, a templomi alváshoz. Almukban megjelent az isten, leányával Hygieiával és kíséretével, kígyóival. Egyiktől a másikhoz ment. Egyiket megérintette, akárcsak majdan az érintéssel gyógyító francia királyok, a másikhoz szólt vagy felvágta a hasát vagy orvosságot adott neki vagy sebet kígyója megnyalta stb. és mire a felkelő nap színesre festette a dombokat, a vak kinyitotta szemét és látott, a süket meghallotta a madarak dalát, a béna járt, a fájdalmak elszálltak ...“

nül, minél befolyásolhatóbb, és minél hiszékenyebb, minél naivabb, ami sokszor annyit tesz: minél ziláltabb idegrendszerit maga a beteg.’

Arra, hogy az orvos suggestív befolyását teljes mértékben érvényesítse betegeinek javára, nem alkalmas a mai agyonorganizált, agyonspecializált, socializált és racionalizált, a szabad orvosválasztást korlátozó vagy kizáró formája az orvosi gyakorlatnak, amivel nem akarom tagadni, hogy a jelen viszonyok között annak nagy eredményei idővel bizonyára corrigálódó hibái iránt elnézésre kényszerítenek. De ezek a hibák szerepet játszanak az orvosi rend és a nagyközönség közötti viszony megváltozásában, amelynek következtében laikusok éppen akkor fordultak növekvő, bár változó hitek és divatok által vezetett sympathiával — enyhén szólva — a soliditás nélküli orvoslási módok és charlatánság felé, le egészen a legeggyűbb kuruzslásig, mikor az orvostudomány eddig példátlan sikerrel vívta győzelmeit a betegségek fölött.

Az orvosi tudománytól elszakadó orvoslás képe hozzátartozik a gyógyászat mindenkori képéhez és akkor, mikor most, mint minden nagy háború után, a népesség megviselt idegzete mysticizmust és babonát és mindent,

<sup>2</sup> A világháború borzalmi és irtóztos szenvedései az akkor ú. n. „traumás neurosisok“ alakjában ezrével juttatták a harctérről kórházba az olyan megtört idegzetű katonákat, akik elvesztették beszélőképességüket, akiknek lábai megbénultak stb. stb. Idegrendszerük összeroppanása azonban nemcsak feltűnő, őket szolgálatképtelenné tevő működési zavarokat hozott felszínre, de mint a laikus figyelmét könnyebben elkerülő működési zavart, *egyéni, lelki önállóságuk összetörését* is, aminek folytán *betegesen fokozott befolyásolhatóságuk őket a laikus szemében csodálatosnak látszó gyógyíthatósággal látta el.* A világháború alatt a frontok mögött reá került a sor a „traumás neurosis“ alakjában letört katonák részére szolgáló specialis gyógyintézetek kifejlődésére. Egyike a legeredményesebben dolgozóknak a m. kir. hadigondozónak lipótmezei *Rózsahegyen* épült barakjaiban működött. A gyógykezelés abból állott, hogy mikor a beteg mint bémult, néma, dadogó vagy remegő stb, beleélte magát az intézet légkörébe, soronlevő betegtársaival együtt bekerült a kezelő helyiségbe. Ott hordágyon várva, míg a sor reá kerül, látta, hogy az őt megelőző bémultak egyszeri erős megvillamosítás után fölugrottak és jártak, hallotta, amint a némák megszólaltak és elszavalták a „Talpra magyar“-t és azonnali meggyógyulásuknak várásában sorra kerülve, példájukat követék akkor is, ha tudták és féltek is tőle, hogy meggyógyulásuk visszaviszi őket a frontra. A rózsahegyi intézet légkörének suggestív hatása akkora, ápolitjai idegrendszerének önállósága olyan megviselt volt, hogy ezen a laikusra csodaszerűen ható gyógyulások jóformán kivétel nélkül elérhetőkké váltak. Sőt jelentékeny javulások fordultak elő néha olyan esetekben is, amelyekben a bémulást idegsérülések okozták — persze nem azért, mintha az átlótt ideg végeinek összegyógyulását a villamosítás előmozdította volna, hanem azért, hogy a bémulás azon részét tüntette el, amely az idegsérülések által okozotthoz mint „*functionalis*“ ráadás, mint „*autoplastikus*“ társult. A fegyverszünet után a háború neurosisai megritkultak, de ezzel egyidejűleg a katonák idegzetének megnyugvásával, suggestibilitásuk csökkenésével, e „*csodakurák*“ is vesztek hatásosságukból, ami lényegüket élesen világítja meg.

ami velük jár, újra éleszt, nem fölösleges rámutatni, hogy múltó divatjai hová vezethetnek ma is. Ezt *Liek* nyomán a *Zeileis* esettel lehet illusztrálni.’

<sup>3</sup> 1929 bén Galspach polgármestere szerint *Zeileis* híre 95.505 idegent vonzott oda. Hely hiányában ezen kívül kb. 50.000 beteget a környéken kellett elszállásolni. *Zeileis* reggel 7 órától, két 1—1 órás megszakítással, délután 5 vagy 6 óráig rendelt. E nyolc óra alatt a súlyos betegek kivételével átlag kb. 1000 beteg fordult meg — egyenként háromszor naponta! — a mintegy 10 m<sup>2</sup> alapterületű kezelő helyiségben. Egyszerre felváltva 100—130 férfit és nőt eresztettek be. Az ajtóban maga *Zeileis* vette át a 3 schillingbe kerülő belépő-jegyeket. A betegek többnyire derékig, néha egészen levetkeztek. *Zeileis* kezében tartja „magas feszültségű géppel összekötött villamos zuhanyt”. Az és az ahhoz vezető drótok az elhomályosított szoba levegőjében kékes, sistsergő szikranyalábokat szórnak, amelyek, ha a zuhanyt kissé ferdén tartja, 10—15 cm-ről ugranak át, erős ropogás kíséretében, széles sávokban a betegre. *Zeileis* a beteget besugározza előlről, hátulról, néha mutató ujját végighúzza homlokán vagy lábszárán. Egyik diplomás (!) assistense besugároz minden beteget egyforma röntgendosissal, a másik egyszerű ívlámpával. A diagnosis felállítására állítólag egy aktíniummal töltött „diagnostikus cső” szolgál, „amelynek színe megváltozik a beteg szerv fölött”. E közben a mennyezetre erősített furcsa csövek és retorták reflektálják a fel- és lemozgatott ívlámpa fénynyalábjaikat és a betegnek egy-két kérdésre adott válasza után kész a „gyomorfekély, vese pangás, epekő, tüdőtb.”, stb. diagnosisa. Gyógyításának az ischiastól a vakságig minden betegségben ugyanazon eszközökkel egyformán elért sikereit állítólag 12 mg rádium és a padlóban elrejtett 15.000 kg higany támogatja!

*Zeileis* csodatevésében része van közönsége hiszékenysége mellett a róla szóló meséknek is. *Gärtner* bécsi professornak maga mondotta el, hogy származását egy Kr. e. 300 évvel élt indiai fejedelmi családra tudja visszavinni. Még *Marconi* felfedezése előtt, Bécsből Indiában (!) felgyújtott egy farakást „odairányított elektromos hullámokkal” stb. stb.

Fajtája minden időkben megtalálta és meg is fogja találni közönségét. Annak az orvos-tan történetében kimagasló alakja volt a kalandos életű és kétségtelenül tehetséges *Paracelsus* (1493—1541). Szerinte a világúrt „mágneses erő” tölti meg, amely egyformán járja át az égitesteket és az embert is. Az ember nemcsak étellel, de „mágneses erővel”, „állati magnetizmussal” (!) is táplálkozik, amely közvetítő az égitestek és az emberek, valamint kölcsönösen az emberek között. Egyik ember akaratát ezen az úton reáerősíthatja a másikra. Az embernek az égitestekkel összefüggő „sideralis” lénye teszi érthetővé, hogy vannak lelki-állapotok, sejtések, előérzetek, amelyek hatása alatt az ember tudja, mi történik tőle távol, értesül a külvilág eseményeiről és lát behúnyt szemmel stb. és érzékszerveitől függetlenül is összeköttetésben marad a külvilággal. Hasonló fantastikus gondolatokkal találkozunk, éppen úgy, mint azok elutasításával, az ember művelődéstörténetének különböző korszakaiban. Nagy divatjuk egyik ideje a XVIII. század mozgalmas vége volt. Akkori apostola az 1754-ben, a bódéni tó partján született *Mesmer* volt. Doktori diplomáját Bécsben 1766-ban a bolygók befolyásáról az emberi testre írt dissertációjával kapta meg, amelyben már kifejezésre jut hajlama a mysticizmusra. Egy csillagász hívta fel figyelmét „a mágneses erő gyógyító hatására”. *Mesmer* jó észlelőképesége felől tesz tanúságot, hogy ő maga jött arra reá, hogy az eredmények elérése szempontjából maga a fizikai mágnesség nem fontos, és gondolkodás! hibáját leplezi le, mikor e megállapításból nem azt a következtetést vonja le, hogy teoriája hamis, hanem azt, hogy a gyógyítást létrehozó „mágneses erőnek” mint a fizikaitól különböző „állati magnetizmusnak”, az emberi szervezetből kell származnia! Ez az „állati magnetizmus” mint „fluidum” átvihető élettelen tárgyakra és ideggyenge emberekre is, érintéssel,

Aki az orvosi hivatás mélyébe akar tekinteni és annak az utolsó fél-század alatt folyó átalakulásának lényegét meg akarja érteni, annak nem fölösleges azon „kúrák“ szellemébe behatolni, amelyek sikere a beteg suggerálhatóságától, a kézéiést végrehajtónak suggestív egyéniségétől és e mellett sok más, a betegek fantáziáját megragadó külső befolyástól függ. Ehhez a témához hozzátartozik annak hangsúlyozása is, hogy a beteg és orvosa közti viszonyban, a suggestió területén, nem mindig az orvos játssza az aktív és a beteg a passív szerepet, hanem egyszer-másszor a viszony fordított vagy kölcsönös is lehet, ha az orvos tudtán kívül a suggestió útján ható gyógyeljárás sikerét tévesen nem saját suggestív befolyásának, hanem az alkalmazott eljárásnak tulajdonítja. Az orvosok különböző egyéniségének és példájának

azzal, hogy a „magnetisáló“ kezeivel betege testét tetőtől talpig végigsimogatja stb. Tapasztalatait 1775-ben 27 pontban összefoglalva köriratban közölte, minden fontosabb akadémia-hoz intézett beadványában, a nélkül, hogy az komoly visszhangra talált volna. Annál hangosabb volt azonban tanának sikere a közönség bizonyos köreiben, különösen Párizsban, ahol az udvaron kívül *Washington* és *Lafayette* is hívei közé tartoztak. Évi keresete elérte állítólag a 400.000 frankot. Nesmernek és tanítványainak módszerei mind fantastikusabbakká váltak. „Magnetizált“ kádakban fűrésztötték, „magnetizált“ fák alatt kezelték a betegeket, „magnetizált“ vizet itattak velük, a „magnetizálás“ hatását muzsikával fokozták stb. és különösen eredményesnek tartották a „kúrát“, ha a beteg kezelés közben (nyilván hysteriás) görcsöket kapott. Hogy e „krízisek“ alatt kárt ne tegyen magában, *Mesmer* kipámázott padlójú és falú szobát tartott számukra készen. A mesmerizmus elterjedése és a vele elkövetett visszaélések végre arra indították a francia kormányt, hogy 1784-ben a párizsi orvosi fakultást az „állati magnetizmus“ tanulmányozásával megbízott bizottság kiküldésére szólítsa fel. A bizottság kedvezőtlen jelentése bizonyára siettetett minden ilyen természetű divatnak ez esetben is bekövetkezett természetes végét. Annak közeledte valószínűleg szerepet játszott *Mesmer* elhatározásában, amelyet követve Párizst egy évvel később elhagyta. E divat azonban nem maradt következmény nélkül. *Mesmer* tanítványa, *Puysegure* gróf, vele foglalkozva fedezte fel a „mesterséges somnambulizmust“, amelynek tanulmányozásától komoly orvosi körök sokáig idegenkedtek. Végre az idegkörtan történetének egyik nagy alakja, *Charcot*, a múlt század 80-as éveiben szükségét érezte annak, hogy a *Mesmer* óta nyugvópontra sohasem jutott problémák a párizsi *Salpêtriében* komoly tudományos vizsgálat tárgyává tésse. *Charcot* és munkatársa, a párizsi physiologus *Richet*, vizsgálatával rendkívül tanulságos és érdekes fejlődési folyamat indult meg, amely a neurosis, a hysteria, a Somnambulizmus, a hypnosis, a suggestió és az ezekkel összefüggő problémáknak, bár sok eltéréddel kereszttül, de végeredményben nagyszerűen kiépülő tanához vezetett. Kialakulása alatt megdöbbentő világossággal tűnt ki, hogy ezen a téren *menyire befolyásolhatja szándékosság nélkül az orvos és környezete a betegség képét és viszont, a beteg és e befolyások az orvost is menyire félrevezethetik* még akkor is, ha a legnagyobbak között is a magasan állók közé tartozik. Az orvosi hivatás sikereinek megítélését megnehezítő körülmények egyik sorozata éppen *az orvos és a beteg egymásra gyakorolt kölcsönös befolyásából áll* és nem véletlen, hogy az e nehézségből folyó tévedésekre irányuló hajlandóság a mai felzaklatott kornak ts egyik beteges jelensége a sok között

jelentősége hozza magával azt, hogy ha ők az igazán nagyok és azok közé tartoznak, akik mestereknek születtek, az orvosi tudománynak nem kész területein körülöttük egymással szembe kerülő iskolák fejlődhetnek, amelyeknek csatái a régi orvostörténelem nagy részét látták el tartalommal.<sup>4</sup> E csaták ideje ma már nagyrészt lejárt, de még nem múlt el egészen.

Egymásnak ellentmondó tények nincsenek. Azok minden látszata a tudomány egy-egy hézagára mutat, amelynek kitöltésével e látszat helyét az összefüggés, a harmónia foglalja el. Amíg ez az összefüggés hiányzik, érthető, hogy vannak még *szekták* a gyakorlatban, mint ahogy vannak és hogy azok életét sokszor inkább *nem-szakértő klientélájuk naiv „meggyőződése”*, sokszor az ezzel történő *visszaélés* és sok orvos hajlandósága a betegek hite iránti concessiókra, mint tanaik értéke tartja fenn.

Az orvos ítéletét gyógy módjainak értéke felől nemcsak egyéni befolyásának tudtán kívül gyakorolt félremagyarázása tévesztheti meg, hanem félrevezetheti hatalmas munkatársa, a *beteg szervezet közreműködésének* fel nem ismerése is a gyógyulásban. E szerep nagysága azonnal felöltlik, ha elgondoljuk, hogy *még a sebészet bámulatos eredményei sem volnának lehetségesek*, ha azt nem támogatná a vérvesztések természetes pótlása, szervek működésének alkalmazkodása a sebész által teremtett új bonctani viszonyokhoz, a hegeképződés és szövetek újraképződése, regenerációja, a szervezet védekezése a műtét alatti fertőzésnek teljesen soha ki nem küszöbölhető veszedelme ellen, stb.

A spontán gyógyulás, a „*vis medicatrix naturae*“, nem nagyobb csoda, mint az élet maga. Mint ahogy a betegségek nem egyebek, mint kedvezőtlen körülmények hatása alatt lefolyó életjelenségek, úgy a spontán gyógyulás folyamatainak forrásai is közösek az ép és kóros életnek forrásaival. Bár az orvosi hivatás mesterséges eszközeivel sokszor átlépi *Hippokrates* definiációjának határait, aki szerint az orvoslás nem egyéb, mint a természet hasznos folyamatainak utánzása, s eljárásainak tökéletességében a természeteket az esetek nagy többségében még sem közelíti meg, az orvos mégis nagyon sok jót tehet a betegségben szereplő hasznos és káros folyamatok megkülönböztetésével, az előbbieket előmozdításával és az utóbbiak fékezésével, valamint a különböző szervi működések *megbomlott harmóniájának*

<sup>4</sup> L. Axel Munthe könyvét „San Michele regénye“, amely a párizsi *Charcot*- és a nancyi *Bernheimféle* iskolának csatáit a nem orvos által is megérthető és a nem orvost is érdeklő módon írja le.



helyreállításával, de azzal is, hogy a szervezet saját maga által készített gyógyszerét sokszor — azt lehet mondani — ellopja és átviszi gondozottjának szervezetébe. Mert nem ezt teszi-e az orvos, mikor valamely fertőző betegségben szenvedőt ugyanolyan bajból kigyógyult ember *vérsavójával* gyógyítja vagy a diphteria mérgeinek befecskendezésével állatokat diphteria *ellenmérgek készítésére* kényszerít, hogy azokat azután diphteria elleni védőoltásra és gyógyításra használja fel. A gyógyítás céljaira szolgáló eszközök és eljárások száma ma már óriási nagyra nőtt. Természetes, hogy készítésükre, de célszerű alkalmazásukra is képes csak az lehet, aki a betegeknek bajukból eredő szükségleteit analizálni tudja és ezen analízis eredményeiből le tudja vezetni.

\*

Talán szokatlan, hogy hivatásánál fogva az orvosi tudománynak volt művelője olyan együgyűségekkel vagy az esetek egy részében olyan tudatos szélhámosságokkal foglalkozik, mint amilyenekről fejtegetéseink közben megemlékeztünk. Azt hiszem azonban, hogy az orvosi foglalkozás képébe nemcsak annak komoly vívmányai, többé kevésbé kész fejezetei tartoznak, hanem mindaz amivel gyakorlatában a szakember vele egyetértve vagy azzal küzdve találkozik, ezek között azok a dolgok is, amelyek őt sokszor akadályozzák abban a jóban, amiben betegeit a tudomány állapotánál fogva részesíthetné.

*zlt orvost, magas színvonalat elért társadalomban a „szabad orvosválasztás“ elve szerint a betegnek magának kell megválasztania.* Ez a szükséges bizalom feltétele. Az érettség mélyebb színvonalán állók számára ez az elv azonban sok veszedelmet rejt magában és az orvosi tevékenység ama területein, amelyeken intelligencia szempontjából vegyes össze tételű tömegekkel kell foglalkozni vagy amelyek természetüknél fogva azt követelik, hogy a munka nagy eszközök fölött rendelkező *organizációk* szolgálatában állóknak nagy száma között oszoljék meg, annak keresztülvitelére a szakembereket többnyire nemszakembereknek, laikusoknak kell kiválogatni, a működés szabályait nem szakembereknek kell megállapítani és menetét nagy vonalaiban ellenőrizni. Természetes, hogy e munkájukban szakemberek véleményének, tanácsainak kell rendelkezésükre állni. De akinek volt valaha alkalmá az ilyen munka mélyébe tekinteni vagy abban résztvenni, az elégszer tapasztalhatta, hogy a nem-szakemberek és szakemberek közös tevékenységét milyen sokszor és mekkora mértékben tehetik nehezzé azok az eltérő szempontok és ismeretek és az intézkedőknek tudatlansága az intézményeknek lényege és módszerei felől, amelyeknek személyi és adminisztrációs feladatainak megoldásában szerepet *kell* vállalniok: Ezt annál könnyebben tehetik, minél kevésbé korlátozza őket cselekvésükben kisebb nagyobb *képzelt* szakértelemből származó kétség és lelkiismeretük nyugtalankodása.

A betegek és a környezetükhöz tartozó szenvedő, aggódó, nagyon különböző intelligenciájú és műveltségű emberek képtelensége a józan kritikára sokszor bámulatosan független nevelésüktől, rangjuktól és foglalkozásuktól, sőt diplomájuktól is. *Goethe* szerint az emberek alaptermészetéhez tartozik hajlandóságuk arra, hogy babonákban higyenek. Érthető, hogy ez a veszedelmes hajlamuk semmi más téren sem nyilvánul meg oly korlátlanul, mint a betegség terén, amellyel sokszor kerülnek szembe a kegyetlen, a kérlelhetetlen és az olyan nehezen megérthető sorssal. Gyöngye kritikájukat mi sem helyezi élénkebb Világításba, mint a kuruzslóknak, a jósnóknak, az asztrológiának és más hasonló bányáságoknak elterjedésé —

egészen a homeopathiáig (1. 104. lapon) és publikumuknak vegyes összetétele. Ezen az állapoton nem segíthet más, mint az általános műveltség terjesztése, amelyhez hozzátartozik a természet ismeretének tanítása is, legalább annyira, amennyire azt a józan gondolkodás iskolázottsága megköveteli.<sup>5</sup>

A XVIII. század vége és a XIX. eleje a nagy világtörténelmi átalakulások kora volt. A világraszóló események a történelemben rendesen az emberi gondolkozásnak mélyre és messzeható változásait, fordulatait jelentik, amelyek nem szorítkoznak a szellemi élet korlátozott területeire, hanem, bár különböző mértékben, kihatnak annak egészére és mint annak egy részére az orvostanra is. Ennek bizonyítására elég a görög és a római műveltség virágkorára, a római birodalom bukásának, a renaissance-nak, a francia forradalomnak korára, azok hanyatlásának időszakaira és azoknak a tudomány és az orvostan fejlődésére gyakorolt befolyására rámutatni.<sup>6</sup>

Embereknek és gondolataiknak sikere csak részben függ *reális* értéküktől. Azt nagyrészt az a közszellem, annak felfogóképesége szabja meg, amelyben élnek és amely, ha nem tartoznak azon emberfeletti nagyságok közé, akik a közszellemre döntő módon hatnak, attól függ, hogy vele harmóniában állanak-e, hozzá alkalmazkodni tudnak-e, vagy azzal ellentétbe kerülnek-e.

A *Napoleon* fénykorát és katasztrófáját követő időkben Európát pusztulása kétségbeesésbe kergette. Az emberek a felvilágosodás kora rideg *materializmusának* hátat fordítva, a *phanfásia* birodalmában kerestek vigasztalást, új ígéretekkel kecsesgető szempontokat és azokat a *romantika* alkotásaiban vélték megtalálni.<sup>7</sup> E kort *Sigerist* orvostörténész<sup>8</sup> így jellemzi: „A romantika nemcsak a költők ügye. Az még ennél is nagyobb mértékben mozgalma a tudósoknak, amelyben orvosok és természetbúvárok döntő szerepet játszottak. *Schelling* volt annak hajtó ereje ...“

Szerinte az anyag és szellem egy. A reális és az ideális azonosak és a lét alapjai. (Urgrund). Az *anyagból* kiindulva a reális az emberben éri el tökéletes megvalósulását, az *énből* kiindulva a művészetben. A szellem és a természet két szempont, két fokozat. *Lényegük azonosságából következik, hogy a természet törvényeinek közvetlenül az öntudatban kell kimutathatóknak lenniök és viszont, az öntudatnak szükségképpen meg kell nyilatkoznia a természeti törvényekben. Énnélfogva a természet és törvényei spekulatív úton oldhatók meg, pkos gondolkodás által...*“

<sup>5</sup> A természettudománnyal nem szakszerűen foglalkozó számára, a józan gondolkodásról felülmúlhatatlan lapokat tartalmaz *Buckle-nck* az angol civilizáció történetéről szóló műve. Lásd *Ruge* német fordítását (Leipzig und Heidelberg 1881) I, 151., 325. II. 135., 142., 154., 329., 411. és 466. l.

<sup>6</sup> Az emberi szellem történetének egy talán nem is eléggé hangsúlyozott jelensége, amelynek a nagy physikus *Ostwald* egy pár nagyon figyelemreméltó lapot szentelt (W. *Ostwald*: Die Forderung des Tages 1910. 83—92. l.), a nagy átalakulásokat, szerencsétlenségeket, megrázkódtatásokat követő misticizmus, amely előretör, ha az általánosan uralkodó gondolatirány kimerül és minden oldalról kérdések jelentkeznek, amelyekre a válasz hiányzik. Amint *Ostwald* kifejti, az emberi szellem ilyen megtorpanásai egyúttal új és nagy korszakok előhírnökei, előjelei. Nem ilyen események előjelei-e a mai kor lelki válságának tünetei?

<sup>7</sup> Irodalmának jellemzését, annak szellemét szép és élvezetes formában adja többek között *Heine* „memoárjaiban“.

<sup>8</sup> *Sigerist*: Grosse Arzte. München, 1932, 225.

Amilyen hajmeresztőnek tűnik fel ma ez a gondolat az iskolázott gondolkozású ember előtt, annak idején olyan veszedelmes volt hatása, főleg Németországban, a tudományra és az orvostanra. Míg Franciaország vezető orvosai tapasztalatgyűjtéssel és a diagnostika felépítésével foglalkoztak, addig a németek, *Schelling* filozófiájába mélyedve, íróasztalnál konstruált rendszerek, dogmák, és divatok chaosában tévelyegtek. Ilyen szellemi világban található kedvező talajra *Hahnemann homeopathiája*, amelynek kritikájával 1930-ban az „Orvosi Hetilap” 17. számában foglalkoztam. Jellemzésére elegendő következő néhány tanának felemlítése.

*Hahnemann* bevett naponta % uncia china-kéregport. Úgy hitte, hogy az úgy hatott reá, mintha maláriában betegedett volna meg. Szerinte a *betegség tüneteinek összessége maga a betegség*. Úgy gondolta, hogy a betegség gyógyításának két módja képzelhető: gyógyszer, amelynek hatása a betegséggel ellenkező tüneteket okoz — „*allopathia*” —, vagy gyógyszer, amely azzal hasonló tüneteket hoz létre — „*homeopathia*” —. A kettő között szerinte a döntést a chinával tett kísérlet hozta meg. Ez a tapasztalat volt „a homeopathia hajnalhasadás”: A china-kéreg bevétele után jelentkező tünetek a maláriához hasonlóak. A china meggyógyítja a maláriát! Tehát: „*similia similibus curantur*”. *Hahnemann* korában a német orvostan tehetetlenül vergődött a „természetfilozófia” ködében. Homályában vezető fonalat találni és megragadni nem lehetett. *Hahnemann* szörnyű okoskodása a természettudomány metodikájában és gondolatmenetében járatlan orvosok egy részében megtalálhatta híveit, akik hálával és itt-ott lelkesedéssel fogadták a nélkülözött vezetőgondolat *látszatát*. Az annál könnyebben hódíthatott a nemorvosok között is, mert kényelmes formulával pótolta a hiányzó tudást és a megértés hitét kelthette tanulatlan és hiszékenységre hajló, mert iskolázatlan gondolkozású, naív emberekben.

A homeopathia útnak indult. Keresni kellett gyógyszereket, amelyek hatásai „a betegségek *tüneteihöz*” hasonlóak. Ehhez a *gyógyszerek kipróbálása kellett egészséges embereken*, hozzá oly időben, melynek a megbízható észleléshez metodikája és eszköze alig volt. Így történhetett, hogy gyógyszer-tünetnek volt tartható, ha pl. a *Lycopodium* bevétele után 23 nappal (!) az észlelt ember meleg szobában szédülést érzett, az arca balfeln és az orron szeplőfoitokat vett észre stb., és a *Lycopodium* 891 tünetet volt képes előidézni! A betegségeknek *Hahnemann* 10.000-nél több tünetét ismerte! El lehetett hitetni, hogy a mester az adott esetben mutatózó vagy panasztól tünetkombinációt megállapítva, kikereshette azokat a gyógyszereket, amelyek hasonló tünetkombinációt okoznak. *Azt megtalálva, mint egy mai homeopatha (Kötschau) mondja, annak hatása a betegségre azzal hasonlítható össze, amelyet a vadász ér el, ha a vadat golyója szíven találja!*

A betegséghez hasonló körképet okozó gyógyszer a *betegség képét* átmenetileg fokozza. Ez a gyógyulás feltétele, amely azonban csak úgy érhető el, ha a súlyosbodás nem nagyfokú. *Azért a gyógyszereket hígítva kell használni*, a folyékonyakat alkohollal hígítva és össze-rázva, a poralakúakat szőlőcukorral dörzsölve. A hígításnak, a rázásnak, a szét-dörzsölésnek a mozgásokat szigorúan előíró szabályok szerint kell történnie. *Ennél azonban még sokkal phantastikusabb a hígításnak foka*. Messze vezetne az elmélyedés ebbe a témába, csak annak említésére szorítkozom, hogy a hígítás okát és célját a homeopathia így szabja meg: a betegségek, mint gyógyszereik is „*immateriálisak*”, „*dinamikus*” természetűek. *Azért a gyógyszerek gyógyító erejét anyagaikból „ki kell szabadítani.” Ez történik a hígítással*. Mi ennek a hígításnak a módja? Egy csepp friss növénykivonatot 99 csepp alkohollal keverve össze, 10-szer összerázzuk. Ez az első centesimális hígítás. Belőle egy csepp ismét 99 csepp alkohollal a második és így tovább. így járva el a 30-ik hígítás koncentrációját tört fejezné ki, amelynek nevezőjében 60 nulla van! Ilyen hígítást elképzelni nem lehet, de eredményét kifejezhetjük másképp is. Képzeljük, hogy feladatunk abból állana, hogy egy gyógyszer ismert

mennyiségét homeopathikus hígításban juttassuk alkoholba. Akkor először egy köbmilliméter növénykivonatot annyi alkohollal kellene egyenletesen elkeverni, amelynek térfogata akkora, mint *egész földgömbünké*. Azután egyenletes elkeverés után abból *megint* egy köbmilliméternyit kellene meritenünk, hogy azt *isméi ugyanannyi alkoholban* hígítsuk fel, mint iobb. Ezen második hígítás eredménye csak 8%-al különböznék *Hahnemann* 30 centesimális hígításától, amellyel egy kölesnyi tejcukorgolyócskát kell csak *megnedvesíteni* ahhoz, hogy bevéésre készen álljon az orvosság! És az a gyógyszer, ami kölesnyi tejcukorgolyócskára tapadt, bekerül egy pl. 70 kilogrammos ember testébe, hogy abban hatását kifejtsse!

Egy másik számítását a vérbeli homeopathának, *Schlegelnek* angolból 1825-ben németre fordított könyvében találjuk. Szerinte a physikai chemia tanítása alapján kiszámítható, hogy a 24. hígításon túl *egyetlen phosphoratom* sem juthat a homeopathikus orvosságba. Ennél fogva a hatás másképp nem magyarázható, („bleibt der einzige Ausweg“), minthogy *az anyag eltűnése után ott maradnak az irányító erők*. („Die richtenden Kraefte“!)

Ismerve az orvosi tudománynak és a közönség jelentékeny részének műveltségi állapotát *Hahnemann* korában, tudva azt, hogy az orvosi hivatásnak csak *egy része* a gyógyszerlendelés, más részei az életmód, az étrend szabályozása, a lelki befolyás stb, felette *mai* tudásunkkal ítélni nagy igazságtalanság, és annak feledése volna, hogy a XIX. század elején *érdem volt* a betegek megszabadítása attól az orvostantól, amelynek legfőbb eszközei a dcüire-borúra alkalmazott hashajtás, éheztetés, hánytatás; piócázás és érvágás voltak. Igazságtalanság volna megfelelkezni arról is, hogy a homeopathiának egyéb módszerei, annak életmódszabályozása physiko- és klimato-therápiája, együttműködése a specialistákkal stb. az orvostan újjáalakulásában szerepet játszott, függetlenül gyógyszeres therápiájától, egyéb sajnálatos tévedéseitől és szokásaitól. Egész más szempontok alá esik a mai emberek egy részének ragaszkodása a régi tanhoz. Ez bizonyítéka annak, hogy vannak még jóhiszemű emberek, akiknek iskolázatlan gondolkodása és szellemi színvonala másfél századnál több idő alatt sem emelkedett. Ezekkel az emberekkel szemben az argumentálás nem ér sokat. Tőlük a világot csak a tudomány és műveltség terjedése szabadíthatja meg.

Az elfogulatlan ember azt hihetné, hogy ilyen felületes tévtanok ma már csak a műveletlen emberekre hatnak. De a mai világ még nem heverte ki egészen a világháború alatti és az azt követő megrázkódtatásokat. Nem mutatja-e a világesemények összesége betegségét, amely odáig jutott, hogy nem régen egyike Európa igazán nagy sebészeinek, még pedig az egészen nagyok közül, bizonyos vonatkozásban a homeopathia feltámasztását kísértve meg, arra az eredményre vélt jutni, hogy a kén és a jód homeopathikus dózisa gyógyítják a furunculozist. *Liek* annakidején emlegetett német orvosíró egyik rendkívül érdekes, de nem mindig és nem mindenkire nézve veszélytelen könyvének 1933-ban megjelent 9. kiadásában a 151. lapon erről a kérdésről így nyilatkozik: „nem erősíthetem meg számos (100) eset alapján ezeket az eredményeket. Egyetértek IFapp/er-rel abban, hogy *nem annyira a homeopathikus hígítás („die Hochpotenz“)* a fontos, *mint inkább „der Hochpotenzier“*: *vájjon megérdemelten világhírű, vagy egyszerű gyakorlóorvos-e*, tehát nem a gyógyszer, hanem ettől függetlenül az orvos *személye* (1) a hatás hordozója. E másfél évtized előtt nagy port felvert eset, amely felett lassanként napirendre tértek, egyike azoknak, amelyek megmutatják, mily nehéz a therapia kérdésiben világosan látni és mennyire megeshetik, hogy téved a legkiválóbb szakember is.“<sup>44</sup>

<sup>44</sup> A therapia fejlődése iránt érdeklődőknek páratlanul érdekes olvasmány *Belwing* „Bekämpfung der Infektionskrankheiten“ 3. fejezetében a 31—101. lapokon olvasható: „Therapeutische Standpunkte in geschichtlicher Beleuchtung“.

Nehéz megérteni, hogy a nagyközönség olyan nehezen és későn jött tisztába a *diagnostika* jelentőségével az orvosi tevékenység terén. Mindenki tisztában van azzal, hogy élromlott órát csak az tud megjavítani, aki az óra szerkezetét ismeri és meg tudja állapítani azt, hogy abban hol és milyen hiba zavarja a normális működést. Az orvosi tevékenység megítélését főleg *a vis medicatrix naturae* csöndes működése zavarja meg, mint a háttérben rejtőző harmadik tényező a beteg és orvosa között, amely sokszor gyógyít akkor is, ha a betegség kezelése értéktelen, sőt néha, ha az egyenesen ártalmas is. Így történhetik meg, hogy a „természetes gyógy mód“ egyik híres német képviselője a diagnosist egyenesen *károsnak* mondhatja, mert az szerinte a beteg és az orvos figyelmét a megállapított bajra koncentrálnia és azt ilyen módon „*fixálja*“ (!) Divatos ostobaságok nem tartanak örökké és a maiak is el fognak múlni, mint elmúltak a régiek.

Diagnosisok felállításának előfeltétele a betegségek kiépített tana, mint ahogy növények meghatározását azoknak ismerete és rendszerbe foglalása tette lehetségessé. A betegségek rendkívül sokfélék. Azért a betegségek egységes rendszer szerinti osztályozása lehetetlen. Így a diagnostika sem volt egységes elv szerint felépíthető. A betegségek egy részét azok ismert és kimutatható *okaik* jellemzik. Ezeket tehát *okaik* szerint lehet osztályozni és fennforgásukat okaik kimutatásával bizonyítani. Így van ez például az élőlények által okozott betegségekben, mint amilyenek a bélférgesek vagy az őlősdiek által okozott bőrbetegségek, a baktériumok és más alacsonyrendű élőlények által okozott *fertőző* betegségek, de ilyenek pl. a *mérgezések* is.

Ha bőrbetegség esetében a rüh-atkának kimutatása sikerül, kimutatása egyúttal a betegség természetét is tisztába hozza. Ha a betegnek véréből typhus-bacillus tenyészthető ki, vagy köpetében tuberculosis-bacillust találunk, tudjuk, hogy az illető typhusban, illetőleg tuberculosisban szenved. A kórokozó néha vele szorosan összefüggő és kimutatható következményekre vezet. Pl. a typhus bacillusának befolyása a vérben bizonyos változásokat okoz, „*antitestek*“ képződését idézi elő, amelyek a vérnek a typhus-bacillus tenyésztésére kifejtett és kémcsőben is kimutatható hatásából (agglutinatio) ismerhetők fel. Ilyenkor a fertőző okot az általa a vér savójában előidézett változás árulhatja el.

Máskor a betegség jelei, *tünetei* félreismerhetetlenül jellemzők. Ilyenek a typhusnak, a visszatérő láznak, a maláriának, stb. hőmenetei. A betegség gyakran idéz elő *kórbonctani* elváltozásokat s ezeket esetleg közvetlenül láthatjuk (pl. a bőrön, a szájban, a torokban, szemben, stb.) vagy ha feltűnő

alaki eltéréseket okoznak a test felületén. Láthatóvá tehetünk kórbonctani elváltozásokat számos nagyon tökéletes *optikai készülékkel*. így benézhetünk *gégetükörrel* a felsőlégutakba, *fültükörrel* a külső hallójáratba, *szemtükörrel* a szemfenékbe, *cystoskoppal* a húgyhólyagba, *méhtükörrel* a hüvelybe, *rectoromanoskoppal* a végbélbe, a vastagbél alsó részébe, *gastroskoppal* a gyomorba stb. Máskor bonctani állapotok *árnyékképeit* láthatjuk /öntgenképekben, vagy esetleg *következményeiket* tehetjük láthatókká Röntgenképeken a test üregeibe juttatott, a l?ön/gensugarak számára átjárhatatlan ú. n. *kontraszt anyagok* segítségével.

De kórbonctani elváltozások *tapinthatók* is lehetnek, mint *daganatok* a test felületén, a lágy hasfalakon keresztül, a végbélen, a női nemi szervek külső nyílásán át.

Mint ahogy a látás behatolását a test mélyébe bővítették optikai eszközök, úgy bővült, bár sokkal kisebb mértékben, a tapintás alkalmazhatósága „szondák” segítségével, amelyeket nyílásokon keresztül lehet a test ép és kóros *üregeibe* (gyomor, húgyhólyag, fistulák) bevezetni. Szondákként vezethetők be *csövek* is és akkor arra használhatók fel, hogy üregek (gyomor, húgyhólyag) *tartalmát* velük kiürítsük és további vizsgálatok tárgyává lehessük. Zárt üregek tartalmának vizsgálatához az anyagot „*próba**punctiókkal*” szerezhetjük meg, amikor szonda helyett átfúrt tüvel fölszerelt fecskendőbe szívadjuk fel a vizsgálandó váladékot.

Az ebbe a kategóriába tartozó segédeszközök között tökéletességénél és fontosságánál fogva külön helyet foglal el az „*ureterkatheter*”, az a vékony cső, amely a húgyhólyagba bevezetett optikai készüléknek, a *cystoskopnak* vezetése mellett vihető fel magasan a vesemedencébe, hogy a veseváladékot a másik vesétől elkülönítve és a hólyagtól is izoláltan foghassuk fel.

A *kiürített váladékok* vizsgálata régesrégén foglalkoztatta az orvosokat. Az annak tulajdonított jelentőséget számtalan régi kép illusztrálja, középkori hollandi és más festők alkotásai, amelyeken a szenvedő beteg mellett álló orvos az üvegedényben felfogott vizeletet szemléli, arra igyekezve, hogy feltűnő sajátságaiából a beteg bajára vonjon következtetéseket. Ezen nagyon kezdetleges e^árás régen ritkán szolgáltatott igazán fontos felvilágosításokat, de azok elegendők voltak arra, hogy a váladékok vizsgálata iránt az érdeklődést fenntartsák. Az abban a mértékben nőtt nagyra és hatolt mind apróbb részletekbe, amelyben nőtt a tapasztalati anyag és fejlődött a vizsgálat technikája. A váladékok *physikai sajátságai*, azok meny-

nyisége, színe, átlátszósága vagy zavarossága, azok mikroszkopiai vizsgálata, amely a váladékkal kiürülő sejteknek, élősdiéknek és más alakelemeknek meghatározása alapján nagyon sok felvilágosítást adhatott.

A váladékokban foglalt kristályos és alaktalan üledékek vizsgálata már átmenet volt a kémiai vizsgálat felé, amelynek fontossága nőttön-nőtt, különösen mióta a chemia elfoglalta az őt megillető helyet az élettanban és a kortanban. Vizsgálatok, amelyek a módszerek összeségére kiterjedtek, a kóros viselkedésnek, a tüneteknek és tünetcsoportoknak óriási számát szolgáltatták.

Akinek azok jelentőségéről, meghatározásuk methodikájáról, annak bonyolult menetéről fogalma van, aki tudja, hogy az ismereteknek milyen tömege szükséges ahhoz, hogy valaki beteget vizsgálni tudjon, kezdve a beteg kikérdezésén állapotának előzményei, életének körülményei és folyása felől a múltban, folytatva állapotának látható, tapintható jelein, mikroszkopiai, kémiai vizsgálatokon, stb., annak bámulatba kell esni azon, hogy minden igazi tudást és tapasztalatot nélkülöző emberek hogyan mernek orvosi kérdésekhez hozzászólni és ezáltal osztozni abban a nagy felelősségben, amellyel ez a beavatkozás az emberek sorsába jár.

Az orvosi tevékenység mai képéhez hozzátartoznak a minden tekintetben megfelelő betegszobán vagy kórtermen, sanatóriumon, kórházon, műtőtermen, a betanított orvosi és ápolószemélyzeten kívül a jól berendezett *laboratóriumok* is, amelyekben a theoretikus tudomány az orvosi problémákkal találkozik, s amelyek egy része gyógyszerek elkészítésére, kémiai vizsgálatára, conserválására, hatásuk állatkísérletben való vizsgálatára, fizikai gyógymódok eszközeinek elhelyezésére és alkalmazására valók, másik részük pedig magában foglal mikroszkopot, vegyszereket, endoskopiás, villamoskészülékeket, bakteriológiai, serológiai, Röntgenberendezéseket, egyszerűen mindent, ami a betegek sokoldalú megvizsgálására és éppen oly sokoldalú kezelésére való.

A diagnosist néha kis műtétek útján kell kiegészíteni; amilyenek a vérvétel, a vérvizsgálat módszerei, a gerinccsatorna punctiója, a benne foglalt folyadék lecsapolása, mellkascsapolás, szövetek kimetszése pl. daganatokból, azok mikroszkópos vizsgálata stb., egyes esetekben nagyobb műtétekre is szorulunk, amilyen pl. a próbahasmetszés, amely után annyira teljessé válik a diagnosis, hogy a gyógyító műtét azonnal végrehajtható.

Annak az orvosnak, aki arra vállalkoznék, tökéletes belorvosnak, sebésznek és sok külön szakma terén nagyon járatosnak kellene lennie. De ki

az, aki mindazon ismereteknek birtokában van, ki az, aki jó lelkiismerettel elmondhatja magáról, hogy mindazon vizsgálati módszereket *maga* végre tudja hajtani, mindazokat a gyógyeljárásokat *maga* képes alkalmazni, amelyekre betegeinek szüksége lehet és amelyekre jól felszerelt kórház vagy klinika szakembereivel együtt megadja a lehetőséget?

Az orvosi tudomány óriási terjedelme, annak összefüggése a természet-tudományok összeségével, az a rengeteg technikai készség, amelyre a segítségre szoruló betegnek szüksége van, elkerülhetetlenné teszi a *specializálódást*. De a betegségek viszont az egész szervezetet teszik beteggé. *Nincs tökéletlenebb a speciális szakának határai közé zárkózott orvosnál, akit nemcsak és nem is mindig az tesz specialistává, hogy az orvosi tudomány és technika valamelyik körülhatárolt terén kiváló és többet tud, mint más orvosok, hanem sokszor az, hogy speciális tudományán kívül nagyon keveset tud.* Az orvosi gyakorlat szomorú lapjait lehetne teleírni azokkal a tévedésekkel, amelyekre vezethet, ha ilyen specialisták önállóan vállalkoznak feladatok megoldására, amelyek egészen vagy részben túlterjednek ismeret-határaikon, sokszor a nélkül, hogy azt idejében észrevennék.

A betegek szüksége azt követeli, hogy legyenek *általános képzettségű orvosok is*, akiknek rendelkezésére specialisták állanak. Az általános képzettségű orvosok feladata a hozzájuk forduló állapotának első analysise. Az ő feladatuk annak felismerése, hogy ezen analysisist meddig képesek maguk végrehajtani és mikor kell *specialistákat*: chemikust, bakteriológust, Röntgenspecialistát, sebészt, szemészt, fülészt, nőorvost, idegorvost, urológust stb. stb. segítségül hívni.

Régebben a betegvizsgálatot irányító elvek egyik követelése volt, hogy annak „de capite ad calcem“ („tetőtől talpig“) kell történnie. Azt akkor lehetett kívánni, mikor még a betegség jelei néhány kérdésre kapott feleletből, látható, tapintható és hallható rendellenességekből állottak és orvosok elérhették, hogy őket az egyetemes orvostan doktorainak nemcsak nevezhessék, de jó lelkiismerettel tarthassák is magukat. De ma, mikor az ismert betegségek száma óriási nagyra nőtt, mikor megállapításukhoz egyetlen embertől nem kívánható technikai képességek, sokszor jól felszerelt intézetben is hiány nélkül egy-egy alig található eszközök kellenek, amelyek mindnyájának alkalmazását egy embernek átlagos képességétől és képzettségétől várni nem lehet, a „de capite ad calcem“ követelménye, még az időben és a pénzben gyakorlandó takarékoság tekintetbe vételétől függetlenül sem teljesíthető. Az az eljárás, amelyet követni kell, abból áll, hogy a



beteg panaszainak, körülményeinek, betegsége előzményeinek meghallgatása után megállapítjuk azt, ami eszközök nélkül vagy egészen egyszerű eszközökkel megállapítható és ezek segítségével kórtani ismereteink alapján felállítjuk első és ideiglenes diagnosisunkat. Az gyakran megfelel a valóságnak és kielégítő, de gyakran nem. Megfelelő voltának gyakorisága tapasztaltságunktól és képességünkötől függ. Ha első és ideiglenes diagnosisunk nem elégít ki vagy több hypothesis lehetősége kínálkozik, amelyek egyikét vagy másikat azután tovább végrehajtandó vizsgálatok kell hogy tisztázzák, legalább azt állapítjuk meg, milyen vizsgálatokra volna még szükség, hogy a „differentialis diagnostikai“ eljárás egyértelmű eredményre vezessen és szükség esetében e célból segítségül hívjuk a speciális kérdés eldöntésében magunknál gyakorlottabb specialista kartársunkat. így lépésről-lépésre előbbre jutva, szabad csak megtörténnie annak, hogy betegeink diagnosis nélkül maradnak vagy hogy hiányos vagy hibás diagnosisban állapotunk meg.

Persze ezt az eredményt csak olyan felelősségük érzésével eltelt orvosok érhetik el. akik hivatásuk betöltéséhez nagy tudás és gyakorlat megszerzése után felelősségük teljes tudatában és betegek iránt azzal az érzéssel fognak hozzá, amelyre csak becsületes, jó és résztvevő, önzetlen és ember-szerető emberek képesek, akik ezenkívül tisztában vannak azzal, hogy csak másodsorban kenyérkeresők és sohasem mint bírúk, hanem csak mint segélynyújtásra hivatott emberek vállalkoznak arra, hogy embertársaik sor-sába beavatkozzanak és azt a maguk és idejük kímélése nélkül teszik. Ehhez pedig az kell, hogy betegekben embereket lássanak, akik bennük viszonzást, sokszor még hálát sem váró barátokra, néha lelki atyára szorulnak. Orvos, aki erre nem, vagy csak kevéssé és csak neki személyesen rokonszenves emberekkel szemben képes, hivatásának magasztosan szép és lelkesítő voltát sohasem fogja megismerni.<sup>10</sup>

Azoknak az általános betegvizsgálatokhoz szükséges ismereteknek, amelyekkel bírnia kell minden orvosnak, aki ezt a nevet megérdemli,

<sup>10</sup> Hogy az orvosok ilyenekké lehessenek, ahhoz múlthatatlanul szükséges, hogy *hivatásuk őket fenntartsa*, családjuk életszükségeit, *függetlenségüket* és továbbképzésük folytonosságát biztosítsa. Régen lehetséges volt, hogy az orvos, legalább a keresettség bizonyos fokán, azt érezze, hogy közönségének összessége az ő szükségleteiről gondoskodik és nincs szüksége arra, hogy részletesen mérlegelje, mennyiben járul hozzá állása és mennyiben járul hozzá betegek *egyenként* honoráriumukkal megélhetéséhez. Az orvosi gyakorlat „socializálása“ biztosítási rendszerével ezt az állapotot lényegesen megváltoztatta és bármennyire visszatetsző is, *rákényszerítette* az orvosokat anyagi érdekeik védelmére.

egyik legnagyobb előkészítője az orvosi tudomány új korszakát megalapító paduai *Morgagni Giovanni Battista* (1681—1771) volt, azon egynéhány könyv egyikének szerzője, amelyekre orvos nem gondolhat mély meghatottság érzése nélkül. Olyan nagy alkotás, mint a *Morgagnié*, nem létesülhet hosszas és fáradtságos előkészítés nélkül. *Morgagni* művének előkészítése is visszanyúlik *Erasistratosig*.

*Erasistratost* (260 körül Kr. e.) orvosi tevékenysége tette természet-tudóssá. Felismerte azt, hogy az igazi gyógyításhoz vezető első lépés a betegség *okának* megállapítása. *Erasistratos* boncolt és bár fogalmai nagyon primitívek és nagyrészt állatok boncolásakor szerzettek voltak, észrevette, hogy a betegek szervei sokszor nem olyanok, mint az egészséges emberekéi és pl. egy vizibetegségben elhalt beteg máját „megkeményedettnek“ találta.

Gyógyító eljárásainak leírása majdnem úgy hangzik, mintha mai ú. n. „természetgyógyásztól“ származnék. Leghathatósabb módszereknek az éheztetést, a diaetát, az izzasztó fürdőket, a testmozgást, a meleg borogatást, a ledörzsöléseket tartja. Néha orvosságokat is ad, sőt a kést is igénybe veszi, de mindennél fontosabbnak tartja a megelőzést, a *prophylaxist*.

*A betegséget szerinte annak székhelye jellemzi*, ami a tünetekkel, azok csoportosulásával és a betegség lefolyásával kapcsolatos kórbonctani elváltozás helyével és minőségével függ össze.

A gondolat azután időről-időre visszatért, de érett alakot csak az akkor már 80 éves *Morgagninak* 1761-ben megjelent könyvében „*de sedibus et causis morborum*“ talált. Hosszú életében szintén az a meggyőződés alakult ki benne, hogy a betegség tüneteit a megbetegedett szervek kórbonctani elváltozása okozza és addig soha senki nem képviselte ezt a meggyőződést az övével összehasonlítható következetességgel és olyan bőséges orvosi és bonctani tapasztalat alapján, mint ő. Világosan látta, hogy tanának kifejlődése az *ép szervezet anatómiájának* és az *ép szervek működésének* alapos ismeretéhez kötött. Gyakorlati alkalmazása azonban azt követelte meg, hogy az orvos rendelkezésére álljanak módszerek, amelyek a kórbonctani elváltozás megállapítását *az élőben* teszik lehetővé.

*Morgagni* könyvének megjelenése évében, 1711-ben, készült el „*Inventum novum*“ című kis könyvével Bécsben *Auenbrugger Lipót*. Egyszerű első mondatában megállapítja, hogy „egészséges emberek megütött mellkasa hangot ad“. Mint ahogy a félig telt hordó megkopogtatva más hangot ad a

folyadék tükre alatt, mint fölötte, úgy kell a megkopogtatott mellkasnak másképp hangzania a szerint, amint a kopogtatott hely alatti tartalma és annak Zevegőtartalma más és más. Szorgalmas munka eredményeképpen meg volt állapítható, hogy melyik a kopogtatás legjobb módja, milyenek a kopogtatás! hangok különböző fajtái, hogyan oszlanak el az ép ember testének felületén a különböző hangzású területek, hogyan függenek össze a különböző fajták a kopogtatott szerv fizikai állapotával és milyen kórbonctani következtetések vonhatók le a kopogtatás eredményeiből.

*Auenbrugger* felfedezése kevés feltűnést keltett 1807-ig, mikor *Napóleon* orvosa, *Corvisart*, — akinek egyéniségére élesen rávilágít *Napóleonnak* az az állítólagos mondása, hogy nem bízik az orvosi tudományban, de bízik *Corvisartban*, — *Auenbrugger* 95 oldalas könyvecskéjét felfedezte, lefordította francia nyelvre és azt megjegyzéseivel kibővített alakjában, mint 440 oldalas könyvet jelentette meg. Azóta az orvosok megtanultak kopogtatni és megtanulták azt, hogy minden betegvizsgálat alphája az ú. n. fizikai diagnosztika, amelynek egyik legfontosabb része a „*percussio*“, a kopogtatás.

Azóta minden orvos az egész világon minden betegvizsgálat esetén alkalmazza és így szerzett óriási gyakorlottságával szinte elképzelhetetlen mélységű betekintést szerez magának a kopogtatás számára hozzáférhető szervek állapotába.

A kopogtatásnak kiváltságos jelentőségét a diagnosztikában kétségessé tette 1895-ben a würzburgi *Röntgen* korszakalkotó felfedezése. A róla elnevezett sugarak tulajdonságai és azok gyakorlati alkalmazása ma már általánosan ismertek. Azok fénnel szemben átlátszatlan rétegeken át tudnak hatolni és az általuk besugárzott szervek különböző átbocsátó képességű részeit fluoreskáló-lemezen vagy sugarak iránt érzékeny filmen *árnyékekben* láthatókká tudják tenni. A felfedezést sensatióként fogadták. A röntgentechnika páratlan gyorsasággal fejlődött és rövid idő alatt nélkülözhetetlen eszközévé vált a diagnosztikának. Segítségével az azelőtt csak a tetembontáskor látható elváltozások váltak tanulmányozhatókká az élön. Óriási az a haladás, az az átalakulás, amelyet *Röntgen* felfedezése a diagnosztikában létrehozott. Eredménye, hogy a kórbonctani elváltozásnak helyét és sokszor nagyon messzemenő részletein kívül módosulásainak követését és időnként maradandó képekben fixálását is lehetővé tette a betegség lefolyása alatt annak különböző stádiumaiban.

Sikere eleinte elhomályosította jelentőségének határait és a gyorsan ítélokra azt a benyomást tehette, mintha a régi módszerek és elsősorban a kopogtatás detronizálásának ideje elérkezett volna. Ezen fiatalos túlzás káros következménye abban nyilvánult meg, hogy ma a kopogtatásnak nagy fáradsággal felépített methodikája végtelen finomságaival az orvosok zömének szemében talán veszített valamit azelőtti megbecsüléséből és azzal az orvosok gyakorlottsága régi tökéletességéből. Az igazság abból áll, hogy a *két módszer* a kórbonctani állapot felől *mást-mást mutat*.

A kopogtatás a levegőt tartalmazó és a légtelen szervek vetületét határolja el egymástól, a *domború mellkason* és a *hasfalon*. A röntgenkép ellenben *árnyékképeken* mutatja meg azok vetületét egy *sikon*, amelyet a fluoreszkáló vagy sugárzás iránt érzékeny lemez képvisel. A kopogtatás hangjában a művészetté finomodott mesterség *Skoda* óta rendkívül sok féleséget tud megkülönböztetni, amelyek a szerveket borító testrészek physikai tulajdonságaival, a levegőt tartalmazó szervek physikai állapotával, levegőtartalmuk nagyságával, az azt tartalmazó üreg falainak feszültségével, a kopogtatás által rezgésbe hozott testrész térfogatával, alakjával, a környezet rezonálásával, a rezgésbe hozott levegő elzártságával vagy közlekedését kifelé közvetítő nyílás méreteivel stb. függenek össze. A kopogtatás! hangból a módszer mestere nagyon messzemenő és értékes következtetésekre jut, amelyek a *7?ön/gen-képből* sokszor nem vonhatók le. Viszont a jó *Röntgen-kép* megbecsülhetetlen előnyei annak gyönyörű részletessége és a *vizsgálótól* független exaktsága. Nagy előnye, hogy eredményei a sugár iránt érzékeny lemezen fixálhatók és eltehetőek; a többi különbség közül kiemelendő, hogy a kopogtatás felvilágosításai a rezgésbe hozott szervrészekre szorítkoznak, míg a Röntgensugarakkal megrajzolódnak árnyékképek magukon viselik egészen más természetű eredetüket, amelyben az árnyéket vető részeknek nem *mélysége* a döntő a *test felülete* alatt, hanem távolsága egyrészt a Röntgenlámpától, másrészt távolsága a fluoreszkáló lemeztől illetőleg a filmtől.

A két módszer gyakorlati alkalmazásában további nagy különbség, hogy a nagy felszerelést igénylő Röntgen-apparátus kezelése és a képek értelmezése igen nagy gyakorlatot követelnek és azok megisméltése nem történhetik olyan korlátlan gyakorisággal, mint a kopogtatásé.

*A régi diagnosztika legnagyobb szépségét éppen az adja meg, hogy legfontosabb módszereinek eszközei az orvos látása, hallása, tapintó, kopogtató ujjja és kopogtatott ujjának nagy gyakorlottsággal kifejlődött resistentia érzése. Megbízhatóságának feltétele az orvosnak csak évek alatt nagy fá-*

radsággal megszerezhető gyakorlottsága és tapasztalata. Ha felettük rendelkezik, azok rendelkezésére állanak minden nyomortanyán, minden beteg ágya mellett.

Közös tulajdonsága a kopogtatásnak és Röntgen-vizsgálatnak, hogy egymagáiban tökéletlenek és csak egymást kiegészítve, más vizsgáló módszerekkel kombinálva tehetik az orvos anatómiai diagnosisát olyan tökéletessé, amilyenné azt a gyakorlat mai fejlettsége lehetségessé teszi.

\*

Az orvosi gyakorlatnak 1761-től 1808-ig kellett arra várni, hogy *Corvisart* Párisból *Auenbrugger* fölfedezésének megadja azt a sanctiót, amely által a kopogtatás és általa közvetve *Morgagni* anatómiai gondolatai annak egyik, soha többé meg nem ingatható sarkkövévé váljanak. A kopogtatás hangját mesterségesen idézi elő a test felületén keltett rezgés. Azért ennek a hangnak kvalitását csak bizonyos mélységig befolyásolják a kopogtatás helye alatti szervek tulajdonságai. Ez a mélység annál nagyobb, minél erősebb a hangot előidéző ütés. Azonban annak erejével a hatás terjedése nemcsak a mélység irányában nő, de nő a test felületével párhuzamos irányban is.<sup>11</sup>

A kopogtatás eredményének jelentőségét kis térfogatú és a test felületétől távolabb eső elváltozások eseteiben az a körülmény korlátozza, hogy a hangot az elváltozásnál nagyobb térfogatú és olyan szervek is befolyásolják, amelyek az elváltozás határain kívül esnek. Ezeknek hatása folytán a jellemző hangterület határai elmosódnak, bizonytalanokká válnak vagy ezek a szervek és szervrészek normális hangja által teljesen el is fedetnek. Ez a körülmény legfontosabb a tüdő kiterjedelmű, de annál fontosabb elváltozásai esetén. Ilyenkor sokszor az kellene, hogy a hang előidézése ne a test

<sup>11</sup> A rezgés mélybe terjedése fokozható és egyúttal a test felületével párhuzamosan terjedése korlátozható a bőrre helyezett és kopogtatott ujj odanyomása erejének fokozásával. Így a kopogtatás! hang minőségére a fizikai állapoton kívül a kopogtatott ujj] kifejtett nyomás, a kopogtató ujjal kifejtett erő és ezeken kívül a kopogtató mozgásnak az a kvalitása is hat, amelyet a zongorázásnál németül „Anschlag“ nak neveznek és amibe belejátszik a kopogtatott ujj nyomásával összefüggő „peda“-hatás, amellyel a kopogtatott terület minőségén kívül a kopogtatás által keltett hang időtartama is összefügg (rövidebb és hosszabb kopogtatás! hang) és amelyet a kopogtató és kopogtatott ujj közti érintkezés ideje is befolyásol. A gyakorlott kopogtató a hang hallásával egyidejűleg a kopogtatás említett sajátosságait és a nehezen deffiniálható „resistenciát“ is érzi. Leletének értékesítésekor jóformán öntudatlanul kombinálja érzését hallott leletével.

felületén történjék, mint a kopogtatással, hanem lehetőleg az elváltozott hely közvetlen közelében, illetőleg abban benne, hogy annak rezgései minél inkább a beteg helyre szorítkozzanak, azt más közömbös testrészek pedig minél kevésbé befolyásolják.

Már a hippokratesi orvisskola tudta, hogy a testben végbemenő mozgások sokszor járnak ilyen feltételek közt keletkező zörejekkel és hangokkal és hangok keletkeznek a szívben is, amelyek elég jól hasonlíthatók össze azzal, amit hallunk, ha egy vastag, keménykötésű könyv tábláját kopogtatjuk. Sokkal változatosabbak a mellkas fölött hallható zörejek, amelyeket a hörgőkben a lélekzéssel járó levegőáramlás, a légutakban a kóros váladék és a levegő mozgása és keveredése, valamint a szív kóros élváltozásai okoznak. Egypár nagyon feltűnő rendellenes zörejt ismertek a régi orvosok is és fülüket a szív tájára illesztve, meghallgatták a szívhangokat, de ez a primitív módszer nem igen terjedt el s nem igen fejlődött. Útjában állott, hogy tisztátlan vagy ragályos betegek ilyen vizsgálata az orvosnak kellemetlen volt és veszélyes is lehetett, de nőknek ilyen vizsgálata, az akkori fel fogás szerint hiedelembe is ütközött.

*Corvisart-nak* egyik tanítványa, *Laenec* (1781—1826) 1816-ban Párizsban a Louvre udvarán át ment egy szívbjajos nőbetegéhez, akinek állapotával nem volt tisztában és akinek szívét meghallgatni idegenkedett. Az udvaron gyermekek játszottak. Az egyik hosszú pózna végét kopogtatva adott jeleket, a másik pedig a gerenda másik végére helyezett fülével hallgatta azokat. E játék *Laennechen* nagy következményekkel járó ötletet támasztott. Betegéhez érve, levélpapirost tekerccsé csavart össze és annak egyik végét a beteg szívtájára tette, a másikon hallgatódzott és meglepődve tapasztalta, hogy milyen tisztán hallotta a beteg szívhangjait. Ezen első tapasztalat után lázasan gyűjtötte az adatokat három éven át és az azokról szóló 1819-ben megjelent könyve: „*Traité de rauscultation médiata et des maladies des poumons et du coeur*“ („A közvetett hallgatódzás és a tüdők és szív betegségei“) a *Morgagniéval* és *Auenbruggerével* együtt megalapította azt a korszakot, amely a múlt századbeli párizsi, bécsi, német és londoni orvosi iskolák munkába segítségével az orvostudományban csak a képzőművészet renaissance-korszakával összehasonlítható szellemi fellendülés megindítójává vált.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Az orvostudományi módszerek elterjedésének legnagyobb akadályja, hogy ezeknek útjában olyan sokszor állott és áll még ma is a művelt emberek tudatlansága és elfogult-

A beteg *kikérdezése, megtekintése, vizsgálata, megtapintása, megkopogtatása, auscultálása* segítségével, amikhez azóta, bár sokkal később a *Röntgenvizsgálat* is járult, olyan anatómiai diagnosisokat tettek lehetségessé, amelyek exaktsága, részletessége és megbízhatósága méltó bámulatba ejtették a világot. Ezekkel karöltve járt, hol ezeket megelőzően, hol követve azokat, a betegségek okainak, kórbonctani, kórszövettani, chemiai elváltozásainak, tüneteinek és lefolyásának mélyreható megismerése.

Ha a hivatása magaslatán álló orvos, annak hosszú időn át folytatott teljesítése után pihenésre tér és testi és lelki erejét igénybevevő, idegörlő munkája után átengedve magát emlékeinek átgondolja, hogy mit tapasztalt, mit tanult az egészséges és a beteg ember és a betegség felől szerzett tapasztalataiból, de különösen, ha az utolsó félszázad szédítő haladásának lehetett megértő tanúja: — akkor nemcsak megelégedés és bámulat, hanem meghatottság vesz rajta erőt annak láttára, mire képes a tudomány által vezetett ész és gondolat, ha emberiség, jóság, részvét és a felelősség tudata válnak áldozatos életének vezetőivé.

De életének nem maga a tudomány az igazi célja, hanem a segítség, amelynek a tudomány csak nélkülözhetetlen előkészítője. Amíg az anatómiai diagnosis közvetlenül válik a sebész kezének vezetőjévé, akit nem korlátoz működésében nehézség, nem korlátoz a fájdalom és szenvedés, még a beteg testének épsége és esetleg őt ideiglenesen fenyegető életveszélye sem: addig a belorvos célját tulajdonképpen a „*vis medicatrix naturae*“ gátlásainak megszüntetése és útjainak elősegítése képezi, amit mindig a hippokratesi „*primum non nocere*“ elv vezet („elsősorban ne árts“). Ehhez a gyógyulás útjait, amennyire lehet ismernie és értenie kell. Ismernie és értenie kell azokat az eszközöket is, amelyek a szervezet fenntartó és gyógyító törekvéseire hatással vannak. Ebből érthető, hogy *a belorvosnak sok tekintetben* sága. tgy pl. egy akkora felfedezés alkalmazása ellen, mint *Laennec* auscultatioja, még 1845-ben *Krüger Hansen* a következő érvekkel állott ellen. 1. Egy szemérmes kisasszony nem szánhatja rá magát, hogy keblét Aesculap egy ismeretlen fiatalabb növendékének szeme előtt lemeztelenítse, hacsak nem kapcsolódik annak nevéhez a legjobb hír. 2. Ha szükség volna a hallgatódzásra, rosszul állana a gyakorlatukat folytató süket orvosok dolgai 3. Lehetetlen a mellkason hallható hangokat és zörejeket korlátolt nyelvünkön kifejezni, sőt rendszerbe foglalni. Próbálja meg a természettudós a madarak énekét vagy kiáltását szavakban kifejezni! 4. Tudatlanságával búvik el az orvos, amikor hallgatódzva olyan tudós képet vág, mintha a delphibeli tripuson ülne. 5. Csak olyanoknak volna szabad pápaszemet és hallgatócsövet használni, akiknek szeme és hallása elgyengült... stb. (*Wunderlich: Geschichte dér Medizin. 1859. Belege etc. 90 1.*)

*más embernek kell lennie, mint a sebésznek*, még az utóbbinak nélkülözhetetlen kézügyességétől, tökéletes anatómiai tudásától és hidegvérétől eltekintve is.

Az anatómiai tudás minden orvos alapképzésének legfontosabb disciplinája, amely nélkül csak kontár maradhat. De azt tevékenységébe csak a *patológiai* ismeretek kapcsolhatják bele. A patológiai események azonban *módosult funktiók* következményei és a normális kerékvágásba visszaterelésük előfeltétele a normális funktiók ismerete és a *physiológiai* tudás.

Már a kórbonctan történetének korai időszakában ismételten találkozzunk azzal a meggyőződéssel, hogy a funktiók módosulását az anatómiai elváltozás okozza. Vannak szervek és vannak funktióváltozások, amelyeknek ilyen összefüggése nagyon könnyen áttekinthető és megérthető. De más esetekben éppen olyan világos ennek az ellenkezője: az anatómiai elváltozás, amely a funktió módosulásának következménye, mint ahogy pl. a gyomor kimenetelének szűkületét a gyomor izomzatának megerősödése és annak kitágulása követik vagy mint ahogy azt esztetikai leveleiben a költő *Schiller* olyan gyönyörűen fejt ki, „az ember arcvonásaira arc kifejezésének változását okozó élményei nyomják bélyegüket“. Ott, ahol a kapcsolat világos, az egyik kategóriába tartozó változástól a másikkra lehet következtetni és ilyenkor a „*functionális diagnosztika*“ éppúgy válik az anatómiainak kiegészítőjévé, mint fordítva, mikor a megállapított anatómiai elváltozásból következtethetünk a funktió módosulására.

*A két egymást kiegészítő irány összeolvadása egy nagy disciplinává az évezredek orvosi tapasztalatnak egyik legnagyobb, legdicsőbb fénye, ami Pasteur és Koch korszakában, az ő klasszikus kóroktani kutatásaikkal kiegészítve, az orvosi tudománynak bár még nagy mértékben fejleszthető, de máris meggingathatatlan és maradandó alapjává vált.*

Az orvosi tudomány haladásának egyik legfontosabb állomása az a magaslat volt, amelyre *Claude Bemard* (1813—1878) jutott el legelőször párizsi *physiológiai* laboratóriumában, összegyűjtött művei 18 kötetet töltenek meg, amelyek közt sok nagy fontosságú felfedezésről számol be. De talán mégsem a tényekben, e felfedezésekben rejlik legnagyobb érdeme, hanem azok hatásában az ő *gondolftozásmódjára*, minek gazdag eredményeit 1865-ben megjelent: „*Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*“ című könyvében foglalta össze. A könyvről megjelenése után egy évvel *Pasteur* úgy nyilatkozott, hogy „*még soha nem írtak ennél világosabban, tökéletesebben. mélyebben a kísérletezés nehéz művészetéről*“. Könyvét talán keve-



sen ismerték, mert oly magaslaton áll, amely csak kevés orvosnak volt hozzátérhető. Hogy ez a helyzet azóta megváltozott, azt mutatja az, hogy ismételt kiadásai még a jelenben is egymást érik, hogy *Sigerist* 1932-ben így ír felőle: „*Pasteur* emelkedő dicsősége azzal fenyegetett, hogy *Claude Bernard* neve háttérbe szorul. Bár felfedezései nem oly fényesek, mint a *Pasteuréi*, azok az orvosi tudomány szempontjából nem voltak kevésbé jelentőségesebbek, mint ezek. „Introduction“-jának jelentőségét az adja meg, hogy művében az *életlani kutatómunka theóriáját* adta. Ennek jelentősége az egyes felfedezéseknél nagyobb, mert nevel.<sup>13</sup>

A *functionalis diagnostika*, amely a physiológia haladásával az orvosi Tudományba belevitte a *dynamikus* és a *quantitativ meghatározások* fontosságának felismerését, nem volt új. A XVI. században a „renaissance“-szal óriási lendület vált úrrá Európában, legszebb virágzását abban az Olaszországban érve el, amelynek köszöni a világ modern művészetének és tudományának útnak indulását. Az új szellemi mozgalom nem szorítkozott körülírt területre. A földből előkerültek a görög művészet remekei, megihletve, munkára serkentve a hosszú álmából felocsúdó világot. *Művészei újra felfedezték a görögök virágkora óta elfelejtett ejnbert és életének értékéi*. Meglátták és megértették újra az emberi testnek és mozgásainak szépségét és azt nem fáradtak el ábrázolni a képzőművészetnek legszebb alkotásaival. A felébresztett lelkesedés impulzusai áterjedt az emberi élet minden vonatkozására, érdeklődést ébresztve minden iránt, ami emberi a poesis és a tudomány terén. Tudósokat az emberi test szerkezetét föltáró *anatomiára* serkentve áthatott a bölcsőjében életkedvre ébredt orvosi tudományra is. Akit ebben az irányban úttörővé tett sokoldalú tehetsége és mérhetetlen nagysága, az *Leonardo da Vinci* volt. Nagyságát *Gobineau* „Renaissance“-ában mesterileg varázsolja élénk, amint a „Louvre“ mai büszkeségéül *Monna Lisa* arcképét teremti meg, Olaszország földjét csatornákkal termékenyíti meg és erődök megtervezésével védi, a lapok százain fixálja bonctani kutatásainak eredményeit és mint előhírnöke az angol *Harvey William* (1578—1657) vizsgálatainak a vérkeringést illetően („*Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*“ Bonctani tanulmány állatok szívének és vérének mozgásáról. 1618.) hatása kiterjed az orvosi tudományra is. *Harvey* annak bizonyításával, hogy a gyűjtőerek (visszerek) billentyűi szerkezetüknél fogva lehetetlenné teszik a vér visszaáramlását, mint ahogy

<sup>13</sup> *Sigerist*: Grosse Aerzte. München. 1932.

a kút szelepei nem engednek a víz számára más utat, mint alulról felfelé, elvi jelentőségű példával bizonyította *a szerkezet és a működés közötti megbonthatatlan összefüggést*. Ez az egyszerű eszközökkel megállapított tény tette a vérkeringésnek általa megállapított tanát megdönthetlenné és az *újkori physiológiának kezdetévé*.

De vajjon beletartozik-e ez az oly régen ismeretes tény az orvosi tudomány *mai* képébe? Az orvostan a múlt század óta szédületes egymásutánban halmozta föl fedezéseit és építette fel azokból a tudománynak leghatalmasabb várát az emberi élet biztosítására, meghosszabbítására és jobbátételére. Dialektái könnyen vezethetők arra, hogy feledve régi lassú haladását döcögő útján, kicsinyeljük azt, amit századok munkájának köszönhetünk. Pedig kétségtelen, hogy *Hippokrates*<sup>14</sup> nem volt kisebb orvos, mint amilyenek a mai kor büszkeségei.

A nagy történész, *Ranke* Berchtesgadenban mint II. Maximilian király vendége, néhány előadásban fejtette ki előtte nézeteit az európai történelem útjairól. Azok 1896-ban megjelentek.<sup>15</sup> A történelem mai zűrzavarában nemcsak élvezetes, hanem hasznos is foglalkozni azzal, hogyan látta a maihoz képest nyugodt időben a nagy tudós a kultúrnemzetek múltja alapján sejthető és remélhető jövőjüket, amelynek egyik döntő tényezőjét, egyik előadása után, hallgatója kérdésére abban foglalta össze, hogy az emberiség haladása nem intelligenciája, hanem tudása gyarapodásának tulajdonítható. Vigasztaló tudat, amelyből következik, hogy a haladást nem a természet lassú fejlesztésétől, hanem egy emberélet alatt tanulással megszerezhető tudástól várhatjuk.

Ez a meggyőződés, amelyet bővebben fejtett ki *Buckle*,<sup>16</sup> nyugtathatja meg ma a reményeikben csalódott embereket az iránt, hogy a kor rombolása kisiklás, amely után az előtte aránylag nyugodt időkben vezetőszerepre jutott

<sup>13</sup> Nagy emberekről alkotandó fogalmaink alapjához, anyagához nemcsak az tartozik, amit felőlük *autentikusan tudunk*, hanem az a *gondolatvilág* is, amelyet működésük hatása alatt, annak befolyása által vezetettve, kortársaik és követőik felépítettek. Ez áll a vallásalapítókön kezdve a történelem és tudomány azon nagy egyéniségeire is, akiknek személyiségével kapcsolatban valóságos *mythosok* terjedtek el. Ilyen volt *Hippokrates* is. Egyéniségét és bámulatos szépségű és mélységű tanait a francia *Baisette* igyekezett szép könyvében rekonstruálni, amely a „Hippokrates Verlag“ bán 1832-ben német fordításban jelent meg „Leben und Lehre des Hippokrates“ cím alatt

<sup>14</sup> *Ranke*: „Weltgeschichte“ (Leipzig, 1880—88). Utólag sajtó alá rendezett IX. kötete (1896) azon előadásokat foglalja magában, melyeket a nagy tudós és politikus a királynak tartott „Über die Epochen der neueren Geschichte“ cím alatt.

<sup>15</sup> L. 103. lapalji jegyzetet.

emberi tulajdonságok és alkotásaik, ha sok szenvedés után is, ismét vezetni fognak újabb, szebb és gazdagabb aranykor felé, mint ahogy a régmúltnak kiásott műremekei újra éledtek a késői századok művészetében. Aki ezt érzi, semmiféle téren nem kicsinyelheti, nem felejtheti el a múltat és tudja, hogy a mai világ képének teljességéhez hozzátartozik az is, ami a múltból, mint annak maradandó alkotása, ha néha mindjárt romokban is, ránk maradt.

De a régi empiria módszerein épült orvosi tudomány nem romokban maradt az utókorra. Azt a betegek szenvedéseinek naponta érzett és látott szükséglete és a segíteni akarásnak soha nem szünetelő kényszere folytonosan életben tartotta, fejlesztette, tatarozta, tovább építette úgy, hogy múltja lépésenként belement jelenébe és belemegy jövőjébe. így adódott a hollandiai Leiden világközponttá emelkedett klinikáján *Boerhave* (1668—1738) tanításának anyaga. Egyik legkiválóbb tanítványa *van Swieten* (1700—1772) volt, aki *Mária Terézia* személyes hívására úgy reorganizálta a bécsi iskolát, hogy az, magába fogadva a régmúlt mellett *Morgagni*, *Auenbrugger* és *Laennec* műveit, felvirágozva felülemelkedhetett az oly soká uralkodott párizsi iskolán. Emelkedése világraszóló lendülettel folytatódott a klinikus *Skodával* (1805—1881) és a kórboncnok *Rokitanskyval* (1804—1878). *Skoda* a hallgatódzás és kopogtatás jelenségeinek nagyon szerencsés *physikai magyarázataival* jelölte meg a tünetek és physikai feltételek közt fennálló összefüggést és azoktól a kórbonctani elváltozások megállapítása felé vezető utat. *Rokitansky* kórbonctani kutató munkájának ellenőrzése mellett alapította meg *Skoda* az ú. n. „*physikai diagnostikát*“, amelynek kialakulásával elérkezett az idő az addig tétovázva fejlődő orvosi tudományban ama *synthesis* számára, amely a nagy orvosok szeméi előtt lebegett *Hippokrates* óta, szemben a részietekre szorítókozó specializálódásnak tendenciájával. Mikor aztán a *synthesis* munkába vétetett, akkor a bonctan, a kórbonctan, a diagnostikával és a klinikai kutatás eredményeivel együtt, az ép- és kórtani *physiológiával* összeolvadva várta mind bensőbb harmóniába kerülését a kóroktannal és a *therapiával*, hogy *synthesisükben* létrejöjjön az az *egyes* büszke alkotása az emberi elmének, amelynek továbbfejlődésében részt nem vehetni, e továbbfejlődés aktív figyelemmel kíséréséről lemondani az öregségnek egyik fájdalmas kényszerű lemondása.

\*

Magyarország mozgalmas története a múltban nem nagyon kedvezett a kultúra olyan ága önálló fejlődésének, amilyen az orvosi. Hogy hátramaradottságának nem népének tehetetlensége volt az oka, mint ahogy azt a

múlt század Bécsének egyik vezető professora majdnem sértő módon állította, azt megmutatta az a föllendülés, amely szegénységünk ellenére is bekövetkezett, mihelyt a kiegyezéssel és a küzdelem enyhülésével Ausztria és Magyarország között enyhült az a nyomás is, amely felemelkedésünket sokáig akadályozta. Sok időt veszítettünk. Az az előrehaladottabb nemzetekhez csatlakozás nélkül még nehezebben és lassabban lett volna behozható. Geographiai és politikai helyzetünk hozta magával, hogy reánk a nagy nemzetekéi közül Ausztria és később Németország orvosi világának volt a legnagyobb befolyása. Hogy e befolyás üdvös hatása oly nagy mértékben érvényesülhetett, az főleg néhány szakemberünknek köszönhető, akik közoktatásügyi kormányzatunk hathatós támogatásával, főleg báró *Eötvös József* és *Trefort Ágoston* közoktatásügyi miniszterségei alatt, *Markusovszky Lajos* vezetésével tudományos színvonalunkat oly magasra emelték, hogy annak hatása egész orvosi karunk képét és egészségügyünk egész organizációját megváltoztatta.

1936-ban ülte budapesti *Pázmány Péter* egyetemünk 300 éves jubileumát. Orvosi karunk részletes történetét ez alkalomból *Györy Tibor* írta meg nagy részletességgel. Nagyon objektív visszatekintése hű képét adja annak a nagy és lelkes munkának, amelynek nehézségeiről ma már csak azon néhány embernek lehet fogalma, akiknek tanulmányi ideje a régi „újvilágutcai“ jezsuita kolostorba költözött orvosi fakultás helyiségeiből indult ki.

# A MAI SEBÉSZET KIALAKULÁSA

ÍRTA  
MANNINGER VILMOS

MÉG KEVÉS IDŐVEL EZELŐTT a sebész, véres műtét szabályszerű bevégzése után, hasonlított a földműveshez, aki földje megművelése után megadással várja és fogadja az aratást, akárhogy sikerüljön is, tehetetlen lévén az elemi erőkkal szemben, melyek esőt, zivatart és jégverést hozhatnak. Ma olyan a sebész, mint a gyáros, akitől jó árut kívánunk.“

Ezzel az önérzetes, talán nagyon is büszke mondással jellemzi Volkmann Richard azt a nagy változást, amelyet az antiszeptikus sebkezelés, a sebfertőzés megelőzése és leküzdése a sebészet fejlődésének útján előidézett. Ez a változás valóban igen nagy volt, mert nemcsak megjavította az addig is gyakorolt műtétek gyógyulási arányszámát, hanem lehetővé tette, hogy a sebész kése a test oly részeibe is behatoljon, amelyekhez addig a beavatkozást rendszeren követő sebfertőzés veszélye miatt nem volt szabad hozzányúlni.

A sebészet területének hirtelen kiterjesztése, új és mindig újabb műtétek kitalálása azt a hitet keltheti a felületes szemlélőben, mintha a mai sebészet csak ezzel a nagy felfedezéssel indult volna útjára. A mai sebészet káprázatosán gyors fejlődését valóban az antiszeptikus, a fertőzést megelőző sebkezelés indította meg, de csak lehetővé tette azt a gyors átalakulást, amit sok évezredes gyakorlat és tapasztalás készített elő.

Az emberi kultúra legrégebb emlékeinek lelőhelyeiről, a világ minden tájáról kerültek elő a kőkorszakból származó koponyák, amelyeken szabályszerű lékelések nyílásai láthatók. A lékelés széleinek jórészen megállapíthatók a gyógyulás nyomai, annak jeléül, hogy nemcsak mertek, hanem tudtak is operálni a kőkorszak sebészei. Ettől az őskortól addig, amíg írásban rögzített emlékekig juthatunk, csakis a csontokon látható sérülések nyo-

main követhetjük a sebész munkáját. Ezekből, főleg a csonttörések jó gyógyulási eredményeiből, következtethetünk arra, hogy ezeknek a sérüléseknek ellátásában feltűnően nagy jártassággal bírtak az ősi kultúrák sebészei. A Földközi-tenger nagy kultúremzetei sebészetéről, ha nagyon töredékesen is, de vannak már írott emlékeink. Ezekből az derül ki, hogy a sebészet a belgyógyászattal szemben a fejlődés magas fokát érte el. Míg a belgyógyászat sokáig jóformán kizárólag a papi rend kezében maradt és a miszticizmusnak, az egyre változó bölcséleti felfogásoknak és elméleti okoskodásoknak járma alatt maradt, a sebészet a tapasztalás, a józan megfigyelés alapján mind jobban függetlenítette magát azoknak hatásától. Ezt látjuk Egyiptomban, ahol az Ebers-papírus sok orvosi vonatkozású szövege még tele van régi babonák, ráolvasások tömegével, a Smith-féle papírus, amely a középső birodalom elejéről származik, már a koponya, nyak és mellkas sérüléseiről sok finom, nagy tapasztalatra utaló megfigyelést tartalmaz. A későbbi évszázadokról tudjuk, hogy Egyiptomban a sebészet néhány ágazatával, így a szemműtétekkel, a női bajokkal külön szakorvosok foglalkoztak. Több írott adatunk maradt a görög sebészetről. Így a corpus Hippocraticum neve alatt reánk maradt gyűjteményben a legértékesebb adatok a sebészetre vonatkoznak. A szövegkutatás szerint ezek a könyvek a nagy Hippokratestól származnak (460—377. Kr. e.), aki a Kos-i régi orvosi iskolának apáról fiúra öröklődő hagyományaihoz hányatott életének, sok utazásának tapasztalatait csatolta. Rendkívül finom megfigyelőképességével a sérülések, a sebgyógyulás és sebfertőzés igen pontos leírását, a sebgyógyítás, a törés és ficamodás kezelésének és főleg a koponyasérülések műtéti gyógyításának részletes ismertetését adta. Nagy Sándor győzelmes hadjáratával ez az igen fejlett sebészeti tudás áterjedt Kisázsian át a Közelkelet nagyobb művelődési és kereskedelmi középpontjaira le egészen az akkor alapított Alexandriáig. Különösen ebben a városban ért el a hellenista tudomány oly fejlődést, amely a következő századokban az egész Földközi-tenger vidékére elterjesztette a görög orvostudomány és sebészet áldásait. Ennek a nagy kincsnek a legnagyobb része az alexandriai könyvtár felégetésével (642. Kr. u.) elpusztult és reánk csak töredékei maradtak arab és később latin fordítások sokszor megcsonkított szövegeiben. De ennek az iskolának tanítványai látták el orvosokkal és sebészekkel a római birodalom nagyvárosait és hadseregeit is egészen a római birodalom bukásáig. Írott emlékeink annyira hézagosak, hogy lehetetlen a hellenisztikus sebészet állapotáról teljes és tiszta képet nyerni. Csak annyi bizonyos, hogy a császári Róma

idejében a sebészet már annyira fejlődött, hogy egyes ágazatait külön specialisták gyakorolták. Az általános sebészet művelőin kívül voltak szemorvosok, fülészek, fogászok. Voltak specialisták, akik csak sérveknek, hólyagköveknek és a hályognak műtétéivel foglalkoztak. Ezek száma annyira felszaporodott, hogy Septimius Severus (193—211 Kr. u.) működésüket hatósági engedélyhez kötötte, akár napjaink kormányai. Alexander Severus az addig szabad orvosképzést állami feladattá nyilvánította és Rómában orvosképző állami iskolát alapított (222—235 Kr. u.).

Ez az egyenesvonalú fejlődés a római birodalom bukásával megszakad. Az arab orvosok gyűjtő- és fordító munkájának köszönhetjük, hogy a pusztuló görög-római orvostudomány emlékeinek egy része átmentődött a középkorba. Az iratok egyrészét Bizánc pusztulásakor mentették át Olaszország kolostoraiba.

A római birodalom romjain fejlődő új európai kultúra lassan, döcögve indul útjára. Zászlóvivői a kolostorok, amelyek szerzetesei kezdik másolgatni a világégésből átmentett görög szövegeket és egyúttal átveszik a betegek gondozását és kezelését. Ezekből a gyér csírákból sarjadzanak ki a salernói és a montpellieri orvosi iskolák, amelyek tanítványai, majd tanárai sorában akadnak, akik a sebészet kérdéseivel is foglalkoznak (Henry de Mondeville, Guy de Chauliac, Lafranchi). A sebészet fejlődésére a XI—XIV. századokban európaszerte alakított egyetemek szervezete és gondolatvilága igen kedvezőtlenül hatott. Ezeknek orvosi karán tanítottak ugyan elméleti sebészetet is az arab és görög szövegek, főleg azonban Galenus írásaiból összeállított „Canonok“ alapján. A tanítás azonban kizárólag ennek a szövegnek felolvasásából, betanulásából és megvitatásából állott. Az orvosi karon képesített „orvosdoctorok“ semmiféle sebészeti munkát maguk nem vállaltak, hanem azt a „borbélycéhek“ mestereivel végeztették el. Ezek, mint a többi céhek mesteremberei, többnyire minden iskolai előképzettség nélkül, a borbélyműhelyekben sajátították el a mesterfogásokat. A „doctor“ csak a beavatkozás javallatát állapította meg, a beavatkozást a borbély végezte. Ez az állapot lényegében fennállott a XIX. század első feléig és csak lassan, lépésről-lépésre tudott a sebészet az általános orvostudománnyal, amelyet az egyeteiftek ápoltak, közelebbi vonatkozásba kerülni.

Nagy lépést jelentett a sebészet fejlődésére, amikor a paduai, majd a bolognai egyetemen Benedetti Alessandro és Wieting András (akit Vesalius neve alatt ismer a tudomány) kezdeményezésére megnyílnak a „theatrum anatomicumok“, az első bonctermekek. Ezekből indul ki az emberi test

szerkezetének pontosabb ismerete, minden sebészeti beavatkozás feltétele. Ezen az alapon indul el Ambroise Paré tudományos pályája. Működését mint borbélysegéd kezdte meg, az 1590-ben bekövetkezett halálakor a legelőkelőbb párizsi kórháznak, az Hôtel Dieu-nek fősebésze. Ő alapította azt a sebészi iskolát, amely az emberi test pontos bonctani ismerete alapján két évszázadra vezető szerepet juttatott egész Európában a párizsi sebészeknek. Itt keletkeztek nagyobb sebészeti osztályok, amelyek gazdag sebészeti beteganyagán a sebészeti műtétan egyre tökéletesedett. Ennek példájára Európa egyéb nagyvárosaiban is felépültek a sebészeti osztályok, amelyek vezetői lassankint kapcsolatba kerültek az egyetemek orvosi karával, úgy hogy a XVII. század vége felé és a XIX. század első felében a gyakorlati sebészet is bevonult az egyetemi orvosképzés körébe. A féltékenykedés, a sebészek lenézése a „doctores“, a „tudós belgyógyászok“ körében azonban soká megmaradt és behúzódik a XIX. század második felébe is, amikor európaszerte megszűntek az alacsonyabbrendű „sebészeket“ kiképző tanfolyamok az egyetemeken. Amikor 1805-ben Kari Spengler a sebészet oknyomozó történetének előszavát megírja, kicsendül abból az a sértett önérzet, amellyel a „tudós belgyógyászok“ lenézése ellen védi kartársait, a sebészeket. „Amikor az orvosok (t. i. a tudós belgyógyászok) világos belátásuk hiányát új és esztelen, külföldi és érthetetlen, nagyképű szavakkal igyekeznek elfödni, a nagy seborvosok írásaiban egyszerűséget, világosságot, határozottságot, és méltóságot találunk. Vizsgálódásaim során tiszteletem „a sebészeti művészet“ iránt egyre nőtt, míg a „Medicina“ (belgyógyászat) történetének tanulmányozása csakúgy leverően hatott reám, ahogy ez a hatása mindenkire, aki az igazság barátja.“

Az egyre szaporodó sebészeti osztályokon a sebészeti technika állandóan tökéletesedik. Büszkén állapíthatja meg báró Boyer 1810-ben, hogy „a sebészet a tökéletesség legmagasabb fokát teljesen elérte“. Az osztályokon zsúfolódó sebészeti betegek között azonban egyre jobban terjednek a sebfertőzéses megbetegedések, az orbánc, a gennyvérűség és főleg a gangraena nosocomialis, a „kórházi üszök“, amelynek neve is arra utál, hogy kórházakban jelentkezett járványok formájában. Mindezekben a gyakran halálosvégű szövődményekeken nem segített a legragyogóbb sebészeti technika sem. Voltak időszakok, amikor csak egy-egy osztály kiürítésével és bezárásával sikerült a sebfertőzési járványoknak gátat vetni. II. József híres emberbaráti intézményében, a bécsi nagy közkórházban a XIX. század hatvanas éveiben hónapokra megszüntették a nagyhírű Schuch professzor osztályán



a betegfelvételt, mert minden seb elüszkösödött. Tudomány és gyakorlat tehetetlenül állott szemben ezekkel a járványokkal. Az elméletek hosszú sora keletkezett azok magyarázatára: a sidericus és telluricus befolyásoktól a levegő bomlásának, miasmák keletkezésének tanáig. Ezekkel az elméletekkel kellett megküzdenie Semmelweis Ignácnak is, aki a bécsi két szülészeti klinika borzalmasan nagy gyermekágyi halálozási arányszámainak eltérő statisztikai adataiból bizonyította be azt, hogy mindazok az elméletek, amelyek kórházak és szülészeti osztályok járvány szerűen jelentkező nagy halálozását eddig magyarázták, nem helytállóak. A két szülészeti osztály évtizedekre visszamenő halálozási számadatainak összehasonlításából mutatta ki, hogy a két egymásmelleit elhelyezett osztályon a gyermekágyi láz halálozása állandóan feltűnően magasabb volt az I. sz. klinikán, amelyen orvostanhallgatók vizsgálták a szülőnőket, szemben a II. klinikáéval, amelyen a bábanövendékek tanultak. Azokon a szülőnőkön, akik a kórházba beszállítás közben szültek, gyermekágyi láz nem jelentkezett. A gyermekágyi láz kórbonctani elváltozásaiából és lefolyásának megfigyeléséből arra a meggyőződésre jutott Semmelweis, hogy mindenféle fertőzés (a sebfertőzés csakúgy, mint a gyermekágyi láz) kívülről a sebbe bevitt „bomlott állatszervecs“ anyag útján kerül a szervezetbe és ez indítja meg a vérmérgezést. Ezért elrendelte — ahogy ezt Hebra 1848-ban Semmelweis tanának első ismertetésében megírta —, „hogyan az I. szülészeti klinika szülőszobájában mindazok, akik szülőnőt vizsgálnak, kezüket vizes chlórmentoldattal megmossák“. Az eredmény meglepő volt. Míg „április és május folyamán, mely időben e rendszabályt nem gyakorolták, 100 szülésre 18 halott esett, a következő hónapokban a halálozások viszonya a születésekhez 47: 1547-hez volt, azaz 100 közül meghalt 2.45“.

10 évig gyűjtötte tanának bizonyító adatait és tökéletesítette eljárását. 1858-ban és 1860-ban az Orvosi Hetilap hasábjain tanításának alaptételeit a következő mondatokban foglalja össze:

„I. A bomlott anyag vivői különben nemcsak a vizsgáló ujj, hanem mindazok a tárgyak, melyek bomlott anyagokkal fertőzöttek. Ezeket az eszközöket *használatuk előtt tehát fertőtleníteni kell*. Ide tartoznak az eszközök és ágynemű, a szivacsok és ágytálak. Minthogy a bomlott anyagok vivője a levegő is lehet, a szülőházakat oly helyen kell építeni, ahova az atmoszférikus levegő bomlott anyagokat nem vihet.“

„II. A gyermekágyi láz ugyanazon kór, mint amely a sebészeket, boncnokokat megtámadja és a *sebészeti műtételnél is keletkezik*“.

E két tételben nemcsak a gyermekágyi láz és a sebfertőzés megelőzése, de az antiszeptikus és aszeptikus sebkezelés elmélete és gyakorlata is készen áll.

Nemcsak Semmelweis emberi tragédiája az, hogy szűkebbkörű kartársai ellenezték és támadták ezt a tant, míg az elkeseredés és lelki bomlás útjára nem vitték annak apostolát, de mérhetetlen kára a sebészet fejlődésének, hogy annak művelői értetlenül álltak annak világos igazságával szemben.

Semmelweis halálának évében írja Pirogoff, az orosz sebészek egyik legkiválóbbja: „Sebészeti működésem legszebb eredményeit falun értem el. Ha meggondolom, hogy a falun végzett műtéteim majdnem mindannyian olyanok voltak, melyekhez még az úgynevezett „tisztá“ kórházakban is rendszeren orbánc és gennyvérűség társul, az eredményeknek ezt az eltérését csak azzal magyarázhatom, hogy operált betegeim falun nem egy teremben, hanem egyenkint, egymástól teljesen elkülönítve voltak elhelyezve.“

„Az idő bizonyára nincs távol, melyben a sebészet a fertőzések és sebmérgezések feltételeinek kikutatásával új fordulatot fog nyerni. Itt az idő, amelyben minden seborvosnak kötelessége, hogy egész erejét az „igazi sebészet kulcsának“ megelézésére fordítsa. Az igazi sebészet pedig az, ahol nincs kórházi gennyvérűség és kórházi üszők. Ha kórházi sebész pályája végén visszapillant a halottak sorára, akiket a gennyvérűség, kórházi üszők és vérmérgezés következtében elveszített, bizonyára zavarba jön, mit csodáljon inkább: a sebészek stoicismusát, akik a különböző műtéti eljárások tökéletesítésén fáradoznak, vagy a gondnokok és elöljárók közömbösségét, akik tűrik, hogy a kórházi miazmák a lakosság szívében düljanak.“

Lister József volt az a sebész, aki e kérdés megoldására az első szerencsés lépést megtette. Elgondolásának kiindulása Pasteurnek felfedezéseire támaszkodik, aki egyrészt az erjedésről és másrészt több állati fertőző betegségről kimutatta, hogy azoknak kiváltói élő, szabad szemmel nem látható mikroorganizmusok. Lister abból a hasonlatosságból, amely a sebfertőző betegségek, az erjedés és az említett állati betegségek között látható, azt a szerencsés következtetést vont le, hogy a sebfertőzést is ilyen élő mikroorganizmusok okozzák. Keresett oly anyagot, amely alkalmas ily láthatatlan élőlények elpusztítására. A kátrányból készülő több anyag kipróbálása után a carbolsavat találta olyannak, amely e célnak legjobban megfelel. Hosszas és igen gondos, óvatos kísérletek után oly eljárást dolgozott ki, amely a sebet és a szervezetet a lehetőség szerint megvédi a carbolsav

roncsoló és mérgező hatásától. Következésképpen, mindazt, ami a sebbel érintkezik, különböző erősségű carbololdattal fertőtlenítette és felfogása szerint a levegőben libegő porszemekhez tapadó fertőző csírák dőlésére is híg carbololdatot porlasztóit szét a seb fölött.

Eljárásának feltűnő eredményei igazolták elméletének szerencsés általánosítását. Angliában nagy kétkedéssel fogadták módszerét. Németország sebészei, élükön Volkmann-nal és Nussbaummal, akik Lister klinikáján látták kitűnő eredményeit, lelkes híveivé szegődtek. Néhány év alatt mint a futótűz, terjedt el az eljárás Németország klinikáin. (1870—1873.) Mint minden új eljárással, a Lister-féle módszerrel is megtörtént az, hogy apostolai túlzásba estek és nem maradtak el a halálos carbolmérgezések sem. Megkezdődött a módosítások kora, amely mind újabb és újabb fertőtlenítő szer kipróbálásával igyekezett a carbolsav kiküszöbölésére. E kísérleteket nagyon megkönnyítette, hogy ebbe az időbe esik a bakteriológia fellendülése. Koch Róbertnek 1878-ban jelenik meg alapvető munkája „a sebfertőző betegségek oktanáról“, amely a leggyakoribb sebfertőző baktériumok felismerését biztosította. A rendszeres kutatás, amely a német tudomány alapvonása, reávetette magát az antiszeptikus, majd az ebből kisarjadzó aszeptikus sebkezelés bírálatára. Bergmann sebészi klinikájának fiatalon elhalt tanársegédje, Schimmelbusch megírja az aszeptika kritikáját, amely csakhamar az újkori sebészet kiskatéja lesz. Ez az az idő, a mai sebészet hőskora, amelyről tanulmányom soraiban Volkmann Richard lelkes szavait idéztem.

Körülbelül egyidőben Semmelweis nagy felfedezésével ismerte fel Morton bostoni fogorvos az aether (1847) és Simpson nőorvos (1848) a Chloroform gőzeinek hódító hatását, amely lehetővé tette műtéteknek fájdalomtalan elvégzését. Ezzel nemcsak a betegek irtózása csökkent a műtét fájdalomtól, hanem a hosszabb beavatkozás finomabb preparálásához szükséges nyugalom is biztosítható volt.

Az új felfedezés híre gyorsan terjedt el világszerte. Nálunk Balassa János, a pesti egyetem fiatal sebészprofesszora már 1847 januárjában ismerteti az új eljárást. Három orvostanhallgató rögtön jelentkeznek, hogy rajtuk, az egészségeseken próbálják azt ki, mielőtt betegeken alkalmazzák. A kísérlet sikerült. Január 18-án végzi el Balassa az első műtétet a fájdalom kiiktatásával.

Az évszázados hagyományokon kifejlődő sebészeti technika, amely az emberi test szerkezetének egyre tökéletesedő ismeretével finomult, a fájdalom kiiktatása és a sebfertőzés megelőzése az a hármás alap, amely lehetővé tette a mai sebészet gyors kifejlődését. Kétségtelen, hogy az antiszeptikából kifejlődött aszeptika volt az, amely ennek a fejlődésnek megindításában a döntő szerepet játszotta.

E fejlődés menetében három irányt különböztethetünk meg.

I. Amint a fertőzés megelőzése biztosítható volt, a sebészet áttörte azokat a korlátokat, amelyeket a sebfertőzés veszélye a régi sebészet köré vont. Óvatosan, lépésről-lépésre hatoltak előre a sebészek oly testrészek feltárására, amelyek érintése eddig tilos volt.

A legmeglepőbb lépés a *hassebészet* terén történt. 1881-ben sikerült Billrothnak először rákos gyomornak a kiirtása. Ezt megelőzve is akadtak bátor és merész sebészek, akik a hasüreg megnyitását megkísérelték. Az eredmények azonban oly siralmasak voltak, hogy lelkiismeretes sebész nem igen merte vállalni annak kockázatát. Néhány év előtt Schmieden professzor tanítványaival együtt végezte el azt a nagy munkát, hogy a világirodalomból összeállította a Billroth-féle gyomorkiirtás előtt gyógyulással végződő hasmetszések összes eseteit. Kiderült, hogy azok száma nem haladja meg egy mai, közepes forgalmú vidéki kórház egyhavi forgalmát. A hasüri szervek sebészete azonban nem ugrásszerűen, hirtelen fejlődött. Annyi új feladat, újszerű megoldási lehetőség hárult a sebészekre, hogy csak lépésről-lépésre, hosszas kísérletezés és tapasztalás szerzése után sikerült azok megoldása. A legtöbb nehézséget az okozta, hogyan lehessen a gyomor-bélhuzam megnyitásakor kiszabaduló fertőző csírák ellen a hashártyát megvédeni. Tökéletesen ez a feladat még ma sincs megoldva. Igen gondos figyelemmel, aprólékos mesterfogások sorozataival sikerül csak elérni, hogy ez a fertőző béltartalom a hasüregbe be ne jusson. A megnyitás előtt azt a bél- vagy gyomorészletet, amelyen a műtét történik, a hasfal sebe elé helyezük és patyolattörülkövel a hasüreg felé elrekesztjük. A belet, gyomrot megfelelően szerkesztett fogókkal elzárjuk, tartalmukat folyton változtatott törülkövel eltávolítjuk. A bél és a gyomor megnyílt részét gyors hatású fertőtlenítő szerrel, pl. jódtincturával, kitöröljük. A megnyitáshoz és a varráshoz használt eszközöket folyton cseréljük (Hüttl). A bélséb zárása után a hashártya varrata előtt kesztyűt cserélünk. E sok figyelmet megkívánó mesterfogások ellenére sem sikerül a fertőző csírák tökéletes kirekesztése. Szerencsére a hashártya védekezése igen tökéletes, úgyhogy nem nagymennyiségű és nem

nagyon fertőző csírákkal meg tud küzdeni. Ezt 1876-ban Wegner kiterjedt állatkísérletekkel igazolta. 10 évvel később, 1886-ban Mikulicz, Billroth tanítványa büszkén írja: „Szerencsére a has megnyitásától való félelem már csak a történelemé“.

A hasüri sebészet sikerének másik feltétele az volt, hogy a hasüri szervek megbetegedésének jeleit korán felismerjük. A legtöbb betegségre ezt a finomabb kórhatározást meg kellett teremteni. Igen nagy érdeme a múlt század végén működő, úttörő sebészeknek, hogy e finomabb kórhatározások jeleit a belgyógyászokkal karöltve, felismerték. Ilymódon sikerült a feregnyúlványgyulladásnak (appendicitis), az epeutak fertőzésének és az epekőbetegségnek, a gyomorfekélynek és gyomorráknak igen változó kórképeit elkülöníteni. A kórlefolyásnak és a műtétkor talált elváltozásoknak összetevéséből a kórhatározásnak oly finomodása keletkezett, amelyből lassankint a beavatkozás javallatának idejére és módjára érvényes szabályokat sikerült megalkotni

Az, amit itt egy mondatban összefoglaltam, több évtized hangyaszorgalommal gyűjtött tapasztalatának eredménye. 1871-ben alakult meg a német sebészek társasága. Ennek évről-évre a húsvétot követő héten tartott nagygyűlésein hordták össze Németország sebészei az elmúlt év tapasztalatait és itt folytak — helyesebben zajlottak — le azok a viták, amelyekből lépésről-lépésre alakult ki a legmegfelelőbb eljárás felismerése. A vezetést, különösen a hasüri sebészet terén, a német sebészet ragadta magához. Átvette az Angliából származó antiszeptikus sebészet ötletét és annak kiépítésével és tudományos kritikájával előkészítette a hasüri sebészetét. Átvette a francia sebészet fejlett technikáját és azt a hasüri sebészet szükségletei szerint átépítette. A hagyományokhoz sokkal inkább ragaszkodó angol és francia sebészet csak lassan, gyanakodva követte a német sebészet előretörését. Lassankint azonban ő is bekapcsolódott a munkába. A századvég felé már párhuzamosan halad ez a munka és lendülete magával ragadja a kisebb nemzetek sebészeit is. Ennek mintegy jelképes igazolása a nemzetközi sebésztársaság alapítása (1905), amelyen nemcsak Európa, de Amerika és a Távol-Kelet sebészei is részt vesznek. Ez a testvéri együttműködés mind jobban elmélyül és végeredményben a világháború előtt készen áll a hasüri sebészet hatalmas épülete. Ahogy testvérek között nem ritkaság, helyenkint kiütközik a vetélkedés és irigykedés szelleme. Ezek a viták azonban hozzájárultak az eszmék tisztázásához és ennek a szenvedő emberiség sok száz-ezer betege látta hasznát.

Lassabb ütemben, de makacs következetességgel foglalta el helyét a *mellkas sebészete*. Az egyetlen beavatkozás a mellkason, amely már a görög sebészek kezében is áldásos eredményeket adott, a mellüreg gennyes váladékának kiürítése volt. A borda közötti bemetszéssel, szűrscapolással történő egyszerű kiürítés mellett polgárjogot nyer a borda csonkolása. Az első nagyobb beavatkozás a merevfalú, hosszas gennyedést fenntartó üreg feletti több borda csonkolásából (Estländer), majd az egész mellkas csontos vázá-  
nak eltávolításából állott (Schede műtété). Nagy feltűnést keltett az első sikeres szívvarrat esete, amelyet 1896-ban Rehn végzett. A tüdő betegségeinek sebészi kezelése komoly haladásnak csak akkor indult, amikor Sauerbruch kísérletei alapján megtanította a sebészeket, hogyan kerülhetők el azok a veszélyek, amelyeket a mellüreg megnyitása a lélekzésre és a vérkeringésre gyakorol. Évtizedek lassú következetes munkájára volt szükség, amíg megtanultuk annak a módját, hogyan lehet az élet súlyosabb veszélyeztetése nélkül a tüdő egyes részleteit — sőt egész tüdőlebenyeket eltávolítani.

Gyorsabban ért célhoz a sebészek törekvése a belgyógyászati és higiénés-diaetás kezeléssel már nem gyógyítható *tüdőgümőkóros betegek gyógyítására*. Forlanini érdeme, hogy bebizonyította a gümőkórosan megbetegedett tüdő nyugalomba helyezésének kedvező hatását a folyamat gyógyulására. Lassan felszívódó gáznak (nitrogénnek vagy levegőnek) a tüdőfelület és a mellkasfal közé juttatásával (légmell = pneumothorax) a tüdő visszahúzódik gyöke felé és a lélegző mozgásból többé-kevésbé kikapcsolható. Ezzel nemcsak a gümős megbetegedés okozta üregek zsugorodására teremthetünk kedvezőbb feltételeket, hanem csökkenthető a gümős sejtszövetben képződő méreganyagok felszívódása is. Kedvező esetekben gyérül, majd meg is szűnik a gümős baktériumok ürítése, csökken a láz és izzadás, helyreáll az étvágy. A tüdőnek ezt a nyugalmi helyzetét megisméltető feltöltésekkel mindaddig biztosíthatjuk, amíg a tüdőfolyamat teljesen meg nem nyugodott. Ehhez néha évekre van szükség. Vannak esetek, amelyekben a teljes légmell készítése nem sikerül, mert a tüdő felülete és a mellüreget borító savós hártya előzetes gyulladások folytán összetapadt. Ha ez a letapadás körülírt helyen van, a mellüregbe bevezetett csőszerű tükrös készüléken át villamos alvasztással sikerül ezeknek a letapadásoknak leválasztása. így sok esetben teljessé tehető a légmell. Oly esetekben, amikor ez az eljárás sem vezet célhoz, a tüdő nyugalmának és heges gyógyulásának biztosítására még többféle módszert talált ki a leleményes sebész. Az egyik az, hogy a rekeszizom mozgását szabályozó rekeszideget szakítjuk

meg (phrenicotomia). Ez az eljárás azonban csak korlátozott hatású és inkább mint kiegészítő, segítő beavatkozás használatos. Sokkal eredményesebb az ú. n. extrapleurális thoracoplastica, amelynek hatása abból áll, hogy megfelelő bordarészletek eltávolítása után a mellkas haránt és mélységi átmérője megkisebbedik, a bordaközök megszűkülnek és így a megfelelő tüdőfél összelapul. A tüdőben keletkező üregek zsugorítására ezenkívül hosszú évekig kísérleteztek a mellhártya és a mellkasfal közé bevitt plombákkal. A kezdetben nagy lelkesedéssel felkapott eljárás lassankint kezd letűnni a napirendről. Helyette néhány éve terjed a tüdőüregek közvetlen szívó-drainézése.

Kissé részletesebben tértem ki a tüdőgümőkór sebészeti kezelésének módszereire. Csak az eljárások lényegét soroltam fel. Nem tértem ki az egyes módszerek alkalmazásához szükséges technikai mesterfogások ismertetésére, azoknak lassan kialakuló tökéletesítésére. Nem ismertettem a tüdőgümőkór felismerését biztosító kórhatározó eljárások egyre finomabb módjait (Röntgenvizsgálat, laboratóriumi eljárások stb.), amelyek nélkül ezek a módszerek nem is alkalmazhatók. De úgy hiszem, még így is tájékoztató képet adtam arról, mennyire szövevényes és lassú a sebészet egyetlen kérdésének kialakítása is a gyakorlatban. Iskolapéldának azért ezt a kérdést választottam, mert az összes eljárásoknak egyszerű és egységes megfigyelés az alapja: a tüdő nyugalombahelyezésének kedvező hatása a gümős folyamat visszafejlesztésére. Évtizedek hangyaszorgalmú munkájára volt szükség, amíg ezt az egyszerűnek látszó feladatot a gümőkóros folyamat foka és helye szerint esetről-esetre a leghatásosabb és legkevesebbé veszélyes módon megoldani sikerült.

Ugyancsak évtizedekig tartó munkára volt szükség az *agy- és gerincvelő*, valamint a *környéki idegrendszer* sebészetének kialakításához. A sikeres beavatkozás titka itt is a kórhatározó eljárások kiépítéséhez és az agyvelő kórélettanának pontosabb felismeréséhez volt kötve. Az alapvető kísérleteket már az antiszeptika előtti időben főleg francia kutatók (Flourens, Broca) majd német idegorvosok végezték (Fritsch, Hitzig, Meynert). Ezek a főleg állatkísérleteken alapuló vizsgálatok az emberi kórtanra, főleg a sebészeti alkalmazásra csak akkor váltak hasznavehetőkké, amikor az agylocalisatio adatait embereken észlelt kiesési és izgalmi tünetek szorgalmasan gyűjtött észleléseinek alapján sikerült az emberi agy velő működésére is átvenni. A mai, nagyon fejlett agysebészet kialakulásához újabb technikai, főleg a kórhatározást biztosító eljárásokra volt szükség. Így az agygyomrok

levegőtöltésével és a verőerekbe fecskendezett árnyékot adó anyagnak segítségével készült Röntgenképek alapján sokkal tökéletesebben sikerül főleg agyvelődaganatok helyének és nagyságának kimutatása. A kórhatározás tökéletesedésén kívül a kezdetben nagy halálozással járó agydaganatműtétek egyre javuló eredményeit a sebészeti technika finomodása és az agyvelő életkörtani viszonyaihoz alkalmazkodó eljárások egész sora (vérzéscsillapítás, az agynyomás befolyásolása, stb.) biztosítja. E tekintetben az amerikai sebészek, főleg Cushing és iskolája végezték az alapvető munkát.

A gerincvelő sebészetének úttörői angolok voltak. 1887-ben végezte Horsley az első daganateltávolítást a gerinccsatornából. Az ő és Gowers érdeme, hogy ez az áldásos beavatkozás világszerte polgárjogot nyert.

A környéki idegrendszer sebészetére főleg a világháború gazdag sérüléssel teli anyagának ellátása volt nagy befolyással. Az idegvarratok egyre finomodó technikájával a gyógyulás arányszámai is javultak. Sokezer béna végtag nyerte így vissza működőképességét. A háború sérültjein igazolódott be emberen is az *érsebészetnek*, az *érvarratnak* az a módja, amelyet állatkísérletben Alexis Carrel, az Amerikába vetődött francia sebész dolgozott ki.

II. Az a biztosság, amelyet a sebész késének a sebfertőzés elkerülése nyújtott, annyira kiterjesztette a sebészet körét, hogy annak tökéletes ellátása lassankint meghaladta egy ember munkabírását. Ez szabja meg a mai sebészet alakulásának második irányát, amely a mindjobban terjedő *specializálódásban* nyilvánul meg. Egyes szakmák már az antiszeptikát megelőző időben váltak le az általános sebészet törzséről.

A *szemészet* már az ókorban külön szakmának számított és külön hályogműtét foglalkoztak a XVIII. század végéig. Mint külön szaktudomány, amelynek hallgatása az egyetemen is kötelező, a XIX. század elején nyer elismerést. (1804, majd 1840-ben a bécsi egyetemen). 1837-ben jelenik meg Fabinyi tankönyve nálunk. A szemészet tudományos fejlődésére nagy hatással volt a szemtükör felfedezése (Helmholtz 1850) és a szem élettanának pontosabb vizsgálatai. A színérzés élettana (Helmholtz 1852, Maxwell 1855), a szemideghártyának szerkezete (Müller 1855), a fénytörés finomabb viszonyainak vizsgálata (Donders 1864) — hogy csak néhány fontos felfedezést említsek, — igazolják, mily nagy igyekezettel vetik magukat a kutatók a szemészet kérdéseinek megoldására. Graefe dolgozta ki a múlt század derekán a hályogműtétnek azt a módját, amely a ma használatosnak mintája. Az újabb műtétek közül meg kell említeni a zöldhályog és az ideghártya leválásának gyógyítására alkalmazott eljárásokat, a vakságot



okozó átlátszatlan szaruhártya pótlását ép szaruhártyakorongok átültetésével.

A *szülészet* már a XVII—XVIII. század óta különvált a sebészettől. A *nőgyógyászainak* operatív része azonban sokáig megmaradt a sebészek kezében, sőt a francia és angol kultúra országaiiban sok helyen ma is sebészek művelik. Németországban az antiszeptika megindulása óta mint önálló szakma indult gyors fejlődésnek és rendszeren a szülészeti klinikákhoz és osztályokhoz van csatolva. Ma már hatalmas terjedelmű, önálló tudomány-szak.

Külön szakmaként váltak le a sebészet törzséről az *orr- fül- és gégegyógyászat*, a *testgyenyészet* és az *urologia*. E szakmák kiépítésére az első lökést egy-egy vizsgáló eszköz felfedezése adta meg. Hogy csak néhány példát említsék: a gégetükör feltalálása, amelyet Czermak pesti professzor 1858-ban mutatott be, tette lehetővé a gége belsejének vizsgálatát. A pontos kórhatározás megállapítása adta meg a gyógyító beavatkozások kidolgozásának alapját. Ugyanígy a hólyagtükör szerkesztése (Nitze 1879) adta meg a tudományos urológia kiépítésének lehetőségét. Csak ennek tökéletesítése, a két vese vizeletének elkülönítése a vesevezetőbe bevezetett ureter-kateter segítségével adott módot a két vese működésének pontos vizsgálatára. Ezek az adatok épült ki a tudományos urológia immár hatalmas épülete. A Röntgenvizsgálat adta meg a csontok és ízületek szerkezetének pontos felismerését, amely nélkül a testgyenyésztés nem fejlődhetett volna azzá a tudománnyá, amelyre méltán büszkék lehetünk.

Külön utakon járt kezdettől fogva a *fogászat*. A fogak megtartó (konzerváló) kezelésének technikai részében Amerika vezetett, a tudományos kutatásban az egész művelt világ összes nemzetei karöltve dolgoztak együtt. A fogpótlás technikai része ma is az ipar kezében van.

Ezeknek a technikai eszközöknek felhasználása a világháború száj-sérültjeinek kezelésére igen áldásos együttműködést hozott létre a fogorvosok és sebészek között. Külön intézmények keletkeztek a *sérülésses száj-sebészet* kialakítására.

A világháború tömegsérülései, főleg a csonttörések kezelésére, külön törésoosztályok felállítását tették szükségessé. Az itt különlegesen kiképzett sebészek nagy tapasztalatai és kitűnő eredményei ezekhez hasonló szervezésű balesetosztályok fenntartását indokolták. Felállításukra és kiépítésükre a balesetbiztosítási intézmények hatalmas tőkét fektettek be, amelyek a

gyorsabb, tökéletesebb gyógyulás és a kártérítési összegek csökkenése folytán bőven meghozzák a kamatokat.

A természettudományok rohamos fejlődése a XIX. század második felében a kérdések oly tömegét vetette fel, hogy azok megoldása meghaladta nemcsak egy ember, de egy iskola képességét is. Ez vezetett arra, hogy az általános sebészet testéről leváltak azok a külön szakmák, amelyekről megemlékeztem. A sebészet fája új ágakat hajtott, hatalmas koronát fejlesztett és hihetetlenül gazdagodott a tudás gyümölcse. E külön szakmák leválása és önállósítása a világháború kitörése előtt befejeződött.

Ennek a buja termésnek azonban megjött a böjtje is. A *túltságba vitt specializálódás* folytán az egyes ágak, szakmák többé-kevésbé elvesztették a kapcsolatot a közös, tápláló gyökérral, az általános orvostudománynak az egész emberrel, az egész szervezettel törődő törvényszerűségeivel. Az egy szervre, egy betegségre irányított figyelem szem elől tévesztette az egységet, a beteg embert. Az orvostudománynak krízise, amelyről egyes hangok már a világháború előtt is megemlékeztek, ennek befejezése után elmélyült. Ennek egyik oka kétségtelenül az volt, hogy a háború megszakította a nemzetközi kapcsolatokat, amelyek azelőtt az egész világ kutatóit egy nagy családdá fonták össze. Megszűnt az eszméknek tisztázására annyira szükséges nagy publicitás, amely az egyoldalúságnak, a szétesésnek legjobb ellenszere. A szellemi téren is beálló autarchia megszüntette vagy nagyon is megszorította a külföldi tanulmányutak lehetőségét. Ennek a fenyegető szétesésnek, desintegrationnak veszélyét már jóval a világháború előtt meglátták a tudományuk magaslatán álló, átfogó képességű elmék, ők utaltak vissza arra az ősforrásra, amelyből az orvostudomány táplálkozik, a természettudományok, az élet- és kórtan alapjaira.

III. A harmadik irány, amely a ma sebészetének alapja és a jövő fejlődésének biztosítója, azoknak a kapcsolatoknak felkutatása és kiépítése, amelyek az egyes szétváló szakmákat egymáshoz és a közös alaphoz, az általános élet- és kórtanhoz kötik. Már e század elején hangzott el a jelszó: „a sebészetnek belgyógyászbibbnak, a belgyógyászatnak sebészbibbnak kell lennie.“ Annak a nagy ellentétnek történelmi előzményeit, amelyek a „tudós belgyógyász“ a „gyakorlati sebésztől“ évszázadokig elválasztották, a bevezető visszaillesztésben megemlékeztem. Minél inkább kiterjedt a sebészet a nagy testüregek szerveinek kezelésére — csak az agyvelő és idegrendszer, a mell- és a hasüreg betegségeire utalok —, annál inkább fejlődött ki az *egymásrautaltság érzése az orvostudomány e két szakmájának képviselőit*

*között.* A belorvos az, aki a kórhatározás egyre finomodó eszközeivel a baj megállapítását elvégzi és együttes tanácskozáson a sebésszel a műtét javallatát megállapítja. A sebész előtt felmerülő kérdések tömege kényszerítette őt arra is, hogy a *kapcsolatot az élettan és kórtan alapvető kérdéseivel keresse.* Az általános sebészet neve alatt összegyűjtött fejezetek egész sorában maga állt be kutatónak, hogy az élet és gyógyulás titkait keresse. A sebgyógyulás rendes és zavart menetének ismeretét kísérletek ezreivel sebészek kutatták. A szövet- és szerv-átültetés bonyolódott kérdéseiben, amelyek az újraalkotó, a plasztikus sebészet sorsát irányítják, sebészek tették meg az első lépéseket. Az életfolyamatokat szabályozó belső elválasztású mirigyek szerepére sebész megfigyelése fordította az életbúvárok figyelmét. Kocher figyelte meg, hogy a megnagyobbodott pajzsmirigynek, a golyvának teljes kiirtása az anyagcserének oly megváltozását okozza, amelyet ő kachexia strumiprivának, a golyvakiirtást követő senyvedésnek nevezett, ő mutatta ki azt is, hogy friss pajzsmirigynek vagy abból készített kivonatoknak etetésével ennek a senyvedésnek tünetei elmúlnak. Igazolta, hogy a kretinismus is a pajzsmirigy csökkent vagy hiányzó működésével kapcsolatos. A pajzsmirigy kórosan fokozott működése váltja ki a Basedow-kór neve alatt ismert betegséget.

Ezek a megfigyelések indították el a kísérletek és megfigyelések hosszú sorát, amelyek végeredményben a *hormonokról* szóló ismereteinknek kiépítéséhez vezettek. Lépésről-lépésre ismertük meg azokat a szabályozó befolyásokat, amelyeket a különböző belső elválasztású mirigyek termékei, a hormonok a peteérés, a növekedés, az anyagcsere, a nemiélet egyensúlyára gyakorolnak. Az állatkísérletek mellett az emberen végzett műtétek eredményeivel a sebészek is nagyban hozzájárultak a hormonokról szóló tan igen bonyolódott kérdéseinek tisztázásához. Ez a fejlődés iskolapéldája annak, mennyire termékenyítő hatású a sebészeknek együttműködése a kísérleti élettan és kórtan bűvaraival. Ez a szoros együttműködés tette áldásssá és veszélytelenné a *vérátömlesztést* is. Ennek ötlete és kivitelének kezdetleges módja a XVI. századból származik. Eleinte a vérátömlesztést állatokról, később emberről emberre végezték. A vérátömlesztés legfőbb célja akkor a megfiatalítás volt. Ily elgondolás alapján ömlesztették át három fiatal római ifjú vérét VIII. Ince pápa ereibe, aki e beavatkozás után másnapra meg is halt. E kezdetleges kísérletek borzalmas eredményei folytán feledésbe ment az eljárás, de újra meg újra felbukkant. Általános elterjedése akkor indult meg, amikor a pontos laboratóriumi kutatás kimutatta, hogy

csakis megfelelő vércsoportba tartozó és egészséges vér átömlesztése veszélytelen. A tömegszervezésre példát adó Amerika már a világháborúban minden harctérre küldött katonájának vércsoportját előre megállapította és azt a katonai személyigazoló lapjára rávezette. Ilymódon a vértadó kiválasztása a harctéren nehézségbe nem ütközik. Ma már minden kultúráltam minden kórháza nyilvántartást vezet a vértadásra jelentkezőkről, úgy hogy ez a sokszor életmentő beavatkozás az emberiség közkincsévé lett.

A bakteriológia, immunbiológia és a kísérleti gyógyszerian bűvárainak munkája sok sebfertőző betegség megelőzésében és gyógyításában segíti a sebész munkáját. A háborús sérülésekhez csatlakozó sebfertőzések között a legborzalmasabbak egyike a *tetanusos fertőzés*. A világháború első félévében főleg a francia frontszakaszon a tetanusos fertőzés oly sok áldozatot követelt, hogy a könnyen hevülő, a végveszély csapásától reszkető Párizs népe a parlamentben vizsgálatot követelt a francia sebészek készületlensége, lelkiismeretlen sebelltátása miatt. E fertőzések száma abban a pillanatban csökkent, amikor annyi antitoxicus védőszerumot sikerült szerezni, hogy minden hadisérült a védőoltást idejében megkaphatta. A német hadvezetőség hivatalos kimutatása szerint a háború folyamán 10 millió adag védőszerum került kiosztásra. Ez a nagyarányú kísérlet igazolta annak hatásosságát, ha nem is sikerült minden esetben a tetanus fejlődésének megelőzése. Ennek egyik oka kétségtelenül az, hogy a védőoltás hatása 10—12 nap alatt megszűnik. Ez, valamint az a körülmény, hogy a megismételt szerumbefecskendezés súlyos túlérzékenységi tüneteket (ú. n. sérumbetegséget) válthat ki, arra vezetett, hogy különösen a francia hadseregben nagyarányú kísérletek folytak a tetanus elleni aktív immunisálással, tetanus-anatoxin oltásokkal. Ennek eredményeiről csak a most folyó háború befejezése után mondhatunk majd véleményt. Kevésbé megbízhatók a gázfejlesztő üszkösödés, az ú. n. gázgangraena elleni védőoltások eredményei.

A sebészek régi vágyálma oly vegyszernek, orvosságnak találása, amely a bejutott fertőző csírákat a szervezetben belül előltni vagy legalábbis fejlődésüket gátolni tudja. A kísérleti gyógyszerian és vegyésziet bűváraival sok ezer vegyszert vettek vizsgálat alá, a nélkül, hogy sikerült volna az alchemiának ezt a keresett „bölcsék kövét“, a „panaceát“ megtalálni. Csak az utolsó évek folyamán merült fel a sulfanilamidok csoportjába tartozó származékok sorozata, amely egyes, a sebészt is érdeklő fertőző betegségek lefolyására kedvező hatású. Főleg a coccus okozta fertőzések (az orbánc, tüdőgyulla-

dás, járványos agyhártyagyulladás stb.) lefolyását gyorsítják és halálozásukat csökkentik e szerek.

Évtizedek óta folyik az együttes munka a kísérleti gyógyszer-tan bűvárai és a sebészek között *oly eljárások keresésére, amelyek a chloroform és aetherbódítás veszélyeit csökkentenék*. Alig múlik el év, amely újabb, az eddiginél veszélytelenebb eljárást nem dobna ki a piacra. Ezeknek elfogulatlan bírálata, amelyben az egész világ sebészei vállvetve vettek részt, kiderítette, hogy teljesen veszélytelen, általános bódulatot okozó szer nincsen. Ennek ellenére ezek a világszerte sokmillió esetben végzett megfigyelések nem voltak meddők. Pontosan megismertük minden szemek és eljárásnak hatásmódját, veszélyeit és azokat a módokat, hogy az utóbbiak hogyan kerülhetők el. így megvan annak lehetősége, hogy az adott esethez mérten a sok jó és kipróbált eljárásból azt válasszuk, amely a beteg szervezetének állapota szerint a legmegfelelőbb és legkevésbé kockázatos.

A kísérleti gyógyszer-tan adta a sebész kezébe a *cocaint és annak pótlószereit*. Ezek a szerek, megfelelő hígításban a szövetekbe fecskendezve megbénítják az érzést vezető idegeket, úgyhogy nagy beavatkozások is teljesen fájdalomtalanul végezhetők. Ezek a szerek — főleg a cocain — sem teljesen veszélytelenek. Évtizedek munkájába tellett, míg sikerült oly módszerek kidolgozása, amelyek a test minden részén a fájdalom kiiktatását a mérgezés veszélye nélkül biztosítják. Az alapvető kísérletek egy részét kiváló sebészek saját testükön végezték. így Schleich a különböző érzéstelenítő oldatok helybeli hatását, Bier a gerinccsatorna zsákjába fecskendezett oldatoknak az alsó végtagok érzéketlenítésére való hatását saját magán, illetve erre vállalkozó ségédein tanulmányozta.

A kórszövet-tan kutatóival az együttműködés adja meg a biztos alapot sok műtét javallatának felállítására. A laboratóriumi vizsgálatok (vér, vizelet, bélsár) nemcsak a kórhatározásra, de gyakran a beavatkozás mikéntjére is döntő befolyásúak. De nincs a kortannak oly fejezete, melynek adatai a sebész munkája folyamán nélkülözhetők volnának. Műtét előtt a vérkeringés szerveinek állapota, a kiválasztó szervek (vese, máj stb.) és az anyagcsere működése nemcsak a kórjósolat szempontjából, hanem a beavatkozás mikéntjére is döntő befolyású. Műtét közben és az utókezelés folyamán az egész szervezet működése, a vérkeringés, az anyagcsere és a védekezési apparatus pontos ismerete nélkül a helyes kezelés megítélése lehetetlen.

A felsorolt példák csak arra valók, hogy vázlatos képet adjanak azokról a kapcsolatokról, amely a sebészetet az orvostudomány, de főleg az általános

és kísérleti kórtan szakmáihoz fűzik. Ezek a szálak napról-napra szaporodnak. Csak szorosabb kapcsolásuktól, gondos elrendezésüktől és áttekinthető csoportosításuktól várható a tudományos sebészet további fejlesztése. Jól mondja Stich: „ A sebészet alkalmazott kísérleti élettan (biológia) emberen.“ Ez a ma és ez lesz a holnap sebészete.

Ha most kezembe veszem azt a mágikus világtükört, amelyről Hegedűs Lóránt e munka III. kötetének bevezetésében szól és egyik felét a múlt, a másikat a jelen felé fordítom és e két képből megkísérlem felbecsülni azt a hatást, amelyet a sebészet fejlődése a ma életének kialakulására gyakorolt, sajnos nincs módomban ezt a hatást pontos szám adatokkal felmérni. Akadt ugyan a társadalomtudomány csapongó képzeletű és könnyebbvérű munkásai közül, aki erre a feladatra vállalkozott. Néhány év előtt olvastam egy nagyterjedelmű dolgozatot, amelynek szerzője nagyobb kórházak kimutatásai alapján igen merész becsléssel kiszámította, évenként hány műtétet végeznek Amerikában. Ebből a tisztán elképzelt számból levonva a műtét után elhaltak számát, a statisztika legmodernebb technikájával tíz évre kiszámította az operáltak megoszlását korosztályok szerint. Az egy korosztályra eső számot megszorozta az ugyancsak becslés alapján megállapított, egy személynek dollárokból kifejezett értékével és az így nyert számokból gyönyörű grafikonokban, amelyek értéke tíz év alatt egyenletes következetességgel emelkedett, megállapította, milyen értéket mentett meg dollárban számítva a sebészet az Egyesült Államok társadalmának. A számítások és a grafikonok gyönyörű tudományos meze ellenére nem jegyeztem fel és nem is ismertetem a nyert adatokat, mert nyilvánvaló az anyagfelvételnek és az ember dollárban kifejezett értékének megbízhatatlansága. Komolyabb jelentőségű egy másik ugyancsak amerikai statisztika, amelyet a három legnagyobb életbiztosító intézet adott ki annak igazolására, mily jelentőségű az évenként megismételt kötelező orvosi vizsgálat. Ezek a társaságok évek óta csakis oly feltétel alatt kötnek életbiztosításokat, ha a biztosított kötelezi magát arra, hogy a társaság költségére teljes orvosi vizsgálatnak veti alá magát évenként. Az ilymódon felfedezett gyomorrákos betegek közül a kellő időben alkalmazott műtét feltűnő nagyszámban gyógyulásra vezetett, úgyhogy az életnek megmentetteknek elhalálozásuk esetére kifizetendő összeg több millió dollár lett volna. Ennyi pénzt takarítottak meg a biztosító társaságok a kellő időben alkalmazott sebészeti beavatkozás következtében.

Ez a mindenképen megbízható statisztika azonban nem a sebészet haladásának, hanem csak a baj jókori felfedezésének, a kötelező vizsgálatnak befolyását szemlélteti.

Ha megbízható szám adatokkal nem is igazolható, mennyi emberéletet tart meg ma évről-évre emelkedő számban a sebészet haladása, annyi kétségtelen, hogy ez a hatás megvan. Hogy ez a hatás mily arányban szerepel az átlagos életkornak világszerte kimutatott emelkedésében, arról még hozzávetőleges becslésünk sincs. Csak az bizonyos, hogy befolyása eltörpül a fertőző betegségek megelőzésének eredményei és a csecsemőkori halálozásnak csökkenése mellett.

Akinek alkalmá volt megfigyelni, mit jelent az embernek és családjának életére egy sikeres beavatkozással visszaadott élet, az megtanulja a sebészet haladásának értékelését. A közönség körében is megváltozott a hangulat a sebészekkel szemben. A régebben kevésre becsült, az orvossal szemben alacsonyabb rendűnek minősített sebész működése mind nagyobb megbecsülésben részesült. Ahogy az a közvélemény hullámlásában rendszeren látható, a sebészet és annak szemmel látható eredményei a többi szakmával szemben nagyon is az előtérbe kerültek. Ennek tulajdonítható, hogy az általános orvostudomány művelői között mind nagyobb számban tódult a fiatalság a sebészeti klinikákra és osztályokra. Így jött létre az a nem egészséges arány a szakorvosok és a gyakorló orvosok számában, amely az orvosok elhelyezkedésében és megélhetési lehetőségeikben is súlyos krízist okozott. Ma Magyarországon 6894 orvos szerezte meg a szakorvosi képesítést. Ezekből 736 sebész, 790 szülész és nőorvos, 276 fül-, orr- és gégebajok szakorvosa, 236 urológus, 48 ortopaed, 127 szemész és 1428 a fogorvos, hogy csak a manuális szakmák adatait említsem. A 736 sebészből 150 van vezetőorvosi állásban klinikákon, kórházakban és magányógyintézetekben és 181 van a betegségi biztosító intézetekben mint rendelő-orvos alkalmazva, összesen 331 van e szerint állandó alkalmazásban és csak 150 rendelkezik oly intézeti berendezéssel, amely nélkül a nagy sebészet művelése lehetetlen. 405 kiképzett szakorvos vár tehát elhelyezkedésre, amire az ország szerény anyagi forrásai kevés kilátást nyújtanak. Sorsukon alig változtat az orvosi pálya elnéptelenedése és nagyon keveset a keleti és erdélyrészi területek csatlakozása, mert a várományosok nagy számához arányban kevés az üresedő állás.

Rá kellett mutatnom a sebészi pályának árnyékoldalaira is, hogy tiszta képet adjak a sebészet alakulásáról. De fényből és árnyékból szövődik az

élet folyama minden téren és az a polaritás adja meg a fejlődésnek feltételeit is. Az egyén sorsától, boldogulásától függetlenül halad a tudomány fejlődése. Az a lelkesedés, önfeláldozó munkakészség, áldozatos segíteni akarás és fáradhatatlan kutató munka, amely a sebészet kialakításának lendületét megindította, a legnehezebb egyéni szenvedések és lemondások ellenére is biztosítja az elért eredmények megőrzését, és újabb kutatások, új munkatervék feltárásának útját egyengeti.



# GYÓGYSZERES THERÄPIA

ÍRTA  
VÁMOSSY ZOLTÁN

VALÓSZÍNŰ, hogy már az ősembernek voltak gyógyszerei. Gyógyanyagainak az állat- és növényvilág szolgáltatta és az első embertelepeknek bizonyára megvoltak már az orvosai, akik a sebek és betegségek gyógyításában nagyobb gyakorlatra és tekintélyre tettek szert. Az embernek a mysticizmus iránt még kultúrszázadunkban is megnyilatkozó előszeretete csakhamar a varázslókra ruházta a vezérszerepet a gyógyítás művészetében, kik megértvén a nekik kedvező helyzetet, magukat szellemek parancsoló! vagy szolgálí gyanánt hirdették. A régi kultúrnépeknél már a papi rend úzi hivatásosan a varázslatot és a gyógyítást. Kr. e. több ezer évvel az *egyiptomi papok* az állat-, növény- és ásványvilágból származó mérgeknek és gyógyszereknek egész sorozatát ismerték és még ma is megcsodált conserváló szerek és eljárások birtokában voltak (múmiák), sőt a barackmagvakból cyánt is tudtak előállítani, mert ezzel ölték meg azt, aki titkaikat elárulta.

Kr. e. a IV. században a *hyppokratesi* iskola már mintegy 280 gyógyszert ismer és alkalmaz; *Dioscorides* pedig már közel ezret sorol fel. *Ptolemaios* alapítja Alexandriában a híres orvosi iskolát, a múzeumot és serapeumot. s itt kezdik művelni az anatómiát.

*Alexandriából* jut el az orvostudomány a rómaiakhoz, kiknél azt mint lenézett foglalkozást görög rabszolgák művelik. Legnagyobb orvosuk a császárság korában *Galenus*, ki megalapítója a gyógyszeres készítményeknek: tincturák, extractumok és kenőcsöknek, melyek róla mai napság is még galenusi készítményeknek neveztetnek.

A görögöktől Egyiptomon és Perzsián át az *arabokhoz* is eljutott az orvostudomány és a nagy Khalifák védelme alatt rohamosan fejlődött. Különösen a chemiát fejlesztették és az aranycsinálás és bölcsek-köve kere-

sése közben sok savat és fémsót állítottak elő (*alchimisták*). Legnagyobb orvosuk *Avicenna*, kinek „Kanun“-ja a 16. századig volt az orvosok bibliája.

Náluk keletkezik az első gyógy szertár és az első pharmacopoea. Operálni nem szerettek, boncolni sem, mert a hulla érintése tisztátalan, de gyógyszerük rengeteg, s főleg anorganikus. Spanyol hódításuk alatt, ami 400 évig tartott, tanaik és műveltségük Európában is szerte elterjedt.

A *keresztény középkorban* minden tudomány, így az orvostudomány is kolostorokba szorul, ahol nem fejlődhetett. Csak az első egyetemek: a salernói (VIII. század), a párizsi, montpellieri, bolognai kezdenek annak lökést adni. A terápiában Galenus és Avicenna elavult tanait *Paracelsus* döntötte meg, kinek korában már a vegyszerek túlnyomó számban vannak a növényi és állati anyagok fölött. Amerika felfedezése és az általa szolgáltatott gyógynövények beözönlése megint első helyet biztosít a növényi gyógyszereknek és a tudományos növénytan fejlődésének alapjait veti meg. A gyógyszerek száma már oly ijesztő mértékben szaporodik, hogy azoknak ismerete vagy csak áttekintése is egy ember számára lehetetlen. Azok komplikált keverésének művészete háttérbe szorítja a betegészlelést, a diagnosist s a szerek valódi hatásának megismerését lehetetlenné teszi a hozzákevert anyagok sokfélesége. Ha még hozzátesszük, hogy ezen időben a gyógyszerek megválasztását és alkalmazását divatterszerűleg hamis filozófiai elvek kormányozták, elképzelhetjük, hogy a gyógyszerek ezen óriási, de meg nem rostált halmaza a gyógyítás tudományának csődjét vonta maga után.

Ez a szertelen és túltengett gyógytudomány méltán megérdemelte, hogy a bécsi orvosi iskola nagy neológja, *Skoda* (1805—1881) teljesen elsöpörje azt a föld színéről. Ő kopogtatással és hallgatódzással a betegészlelést szilárd alapokra fektette és tiszteletreméltó, de túlzó skepticizmusában annyira ment, hogy minden gyógyszert elvetett és csak „expectative“ kezelte betegeit. Ennek a számos követőre találó tannak köszönhetjük — a *Rokitansky* által megalapított kórboncolással együtt — a betegségek tipikus lefolyásának ismeretét és a gyógyszeratan újraszületését, melynek helyes alapjait most már a betegágy mellett szerzett tapasztalatokra fektették művelőik. A gyógyszerek hatása mellett most már nem a hagyomány, a tekintély vagy a bölcselkedő spekuláció dönt, hanem a betegészlelés eredménye s csak az talál magának nagynehezen utat, ami a skeptikusok erős kritikáját is kiállja. Nyilvánvaló, hogy a gyógyszerhatás megítélésében még a legszigorúbb tapasztalat sem nyújthat biztos támpontot és a „post hoc ergo propter hoc“ sokakat tévútra vezetett és vezet még ma is.

Ezen a hiányon és bizonytalanságon a *Buchheim* és *Schmiedeberg* által megalapított kísérleti gyógyszer-tan tudott csak segíteni, állatkísérletek segítségével biztos alapokra fektetvén a gyógyszerhatások ismeretét. Sajnos azonban a kísérletezésnek is megvannak a maga határai s ily esetekben ma is csak a szigorú kritikával kísért tapasztalathoz fordulhatunk, csak azt fogadva el igaznak, ami sok ezer hasonló esetben megismétlődött.

Újabb időben a chemia rohamos haladása gyógyanyagaink és szervezeteink tüzetesebb megismerésében nagy hasznunkra van és míg egyfelől a tiszta hatóanyagok előállításával és a sejtek életének kifürkészésével sok eddig rejtett törvényszerűséget fedett fel előttünk, addig éppen ezek segítségével szép sikerekkel kecsegtető következtetéseknek vetette meg alapját, amelyek új és rationalis gyógyszerek előállítására vezettek és több hasznos szerrel gazdagították gyógyszerkincsünket. Az új kísérleti alapokra fektetett gyógyszer-tan tehát elfoglalta az őt megillető tekintélyes helyét az orvostudományban és a gyógyításnak nélkülözhetetlen eszközévé lett. Igaz, hogy nem minden esetben tudunk az ú. n. oki javallatoknak megfelelni, a betegséget magát meggyógyítani, de azon küzdelemben, amit a szervezet folytat az őt megtámadó kórral, amaz apró segedelmek sem megvetendőek és semmiestre sem nélkülözhetők, amelyekkel a káros, sőt életveszélyes vagy esetleg csak kellemetlen vagy kínzó tünetek megszüntetésére törekszünk.

Ez a rationalis gyógyszer-tan, ami nem elégedett meg többé az orvos-ságok psychicus hatásával és hatásmódjuk jámbor elképzelésével, még nagyon kezdetleges volt. Tükörképe ennek az 1844-ben kiadott IV., majd az 1855-ben megjelent V. osztrák gyógyszerkönyv, ami nálunk is hivatalos volt, s amely 26 virágot, 39 herbát, 53 gyökeret, 36 levelet, 18 gyümölcsöt, 61 extractumot, 32 tapaszt, 55 tincturát, 47 kenőcsöt, 55 gyógyszeres vizet, 37 gyógyborszeszt, 18-féle higanykészítményt és 17-féle vaskészítményt ölelt fel magába, s benne még sem a salycilsav, sem a cárból vagy kreosot nem foglalt helyet, s komolyan hatékony szereik csak az aether és a chloroform, továbbá a hánytató borkő, az arsenikum, a phosphor, a chinin, morphin, strychnin, atropin, veratrin, továbbá az aconitum, secale és colchicum voltak.

Még az ismert és már hivatalos gyógyszereiknek sem ismerték áldásos hatását. Pedig ott voltak a kezük között a mai kitűnő antisepticumok: a bórsav, az ezüstnitrát, a cárból, sőt maga a sublimát is, de senkinek eszébe nem jutott, hogy ezek híg oldatait a sebkezelésben kipróbálják. Még *Semmelweisünk* (1847) és a nagy *Pasteur* korszakos felfedezése sem volt elég ehhez; a nagytekintélyű *Listemek* (1873) kellett jönnie, hogy a cárból segítség-

gével megindítsa az antisepticus sebkezelést és reáirányítsa a figyelmet a több hasonló hatású értékes anyagra.

Ebbe a csodálatosan meddő, gúzsbakötött therápiájú korszakba öntött új életet az *aether* és a *chloroform* bámulatos hatása. Az előbbinek áldásos érzéstelenítő hatását *Morfon* amerikai fogorvos 1847-ben, az utóbbiét *Simpson* edinburgi szülész fedezte fel 1848-ban. Nálunk *Balassa János* sebész-tanár 1847-ben már alkalmazta az aethert műtétéiben. Ez a két bámulatos gyógyszerhatás megnyitotta a nagysebészet kapuját, foglalkoztatta az embereket, megtermékenyítette az elméket és gondolatokat váltott ki a chemiai-lag iskolázott orvosokból.

40 esztendeje ismerték már a vegyészek a Liebig által 1830-ban előállított chloralhydratot. Tudták, hogy lúggal chloroform válik te belőle, — hiszen így állították elő a legtisztább chloroformot. *Liebreichnek* jutott azonban csak eszébe 40 év múlva, hogy ez a rectio a szervezetben is végbe-mehet, s akkor az agyban lassanként leváló chloroform ott esetleg narcoticus hatást kell hogy kifejtсен. Az állatkísérlet igazat adott neki, s az első altatószer fel volt fedezve. Ez a tisztán chemiai elgondolás ugyan nem bizonyult igaznak, mégis új irányt szabott meg és rendkívül termékeny volt ama cél elérése érdekében, hogy bizonyos kívánt gyógyszerhatásokat tervszerűleg is el lehessen érni a molekula chemiai átépítésével.

Nagyszerű jövőt jósoló eredmények voltak ezek a chemia és gyógyszer-tan sikeres együttműködésére, de tervszerű munka csak a Buchheim és Schmiedberg által megalapított kísérletes gyógyszer-tan segítségével vált lehetségessé (1873). Ez a tudomány pedig azt tanítja, hogy ismerni kell a gyógyszer támadáspontját s a reactio lefolyását, ami a szer és az általa megtámadott szerv sejtszöveti között végbemeleg. Ennek pedig első feltétele, hogy chemiai egységekkel dolgozzunk és nem kevert anyagokkal, kivonatokkal és főzetekkel, — ha már a reactióban résztvevő másik factort, a sejtet alig ismerjük.

Ez a törekvés vezetett a nyers drogok tiszta hatóanyagainak előállítására és ezen vegytiszta egységes chemiai anyagokkal való kísérletezésre, amit már többé nem a beteg emberen, hanem a jól megfigyelt kísérleti állaton vagy éppen az elective megtámadott izolált, túlélő szerveken végeztek. Ennek a korszaknak köszönhetjük az addig egyedül uralkodó chloralhydrat mellett más alcohol-féléknek altatószerként alkalmazását: a paraldehydet, az uretant, majd a sulfonalt s a trionalt.

De csalódás érte mindazon bűvárokat, akik törvényszerű következtetéseket akartak levonni a szerek kémiai összetételéből azok hatásának előre megjósolására, sőt újabb gyógyszerek tervszerű előállítására. Hamar be kellett látniok ennek a tisztán kémiai felfogásnak helytelenségét, annál is inkább, mert hiszen a kémiai összetétel változását mindig a fizikális tulajdonságok módosulása is kíséri pl. a szer oldhatóságában, illékonyságában, diffúzióképességében stb. Másrészt a tapasztalat is azt mutatta, hogy az élő sejtbe jutott gyógyszer legelső hatása ott a legtöbbször nem kémiai, hanem fizikális jellegű, s hogy már a hatás első feltétele: a sejtbejutás is fizikális tulajdonságok által kormányoztatik.

Ez az új és helyét ma mindenben megálló felfogás a Mayer-Overton-féle narkózis elméletére vezetett, ami ismereteinket e szerekre és azok használatára nézve nagyon kibővítette. A chloroform és aether mellett veszélytelenebb narcoticum után kutatva jöttek rá az *aeihylMoridra*, amit gyors párolgása folytán helybelileg a műteendő terület fagyasztása útján beálló érzéstelenítésére is használnak, — majd az *acetylen* és *aethylen gázra*, melyek mély és valóban veszélytelen narkózist létesítenek, de robbanékonyságuk miatt nem tudtak elterjedni.

Közben megpróbálkoztak sebészeink újból a legrégebb hódítóval, a Davy által feltalált és Wells által ajánlott *kéjgázzal* is, mellyel különösen Neu heidelbergi sebész szerint morphin-veronal előkészítés után és esetleg kevés aetherrel utánasegítve sokszor jó eredményeket értek el. Azonban az embereknek csak alig 60—70%-ában sikerül így mély narkózist elérni, a többieknél át kellett térni a teljes aether-narkózisra.

Tökéletlen és helytelen irányú kísérleteknek kell tekintenünk a nem illó anyagoknak vérbe vagy végbélbe juttatásával előidézett narkózisokat (*avertin*, *pernocton*, *evipan*), mert nem tudjuk őket mindenkor az egyén pillanatnyi szükségéhez mérni s veszedelem esetén tőlük gyorsan megszabadítani. Újabban nagy óvatossággal apránként! befecskendezéssel rövidebb műtétekre az *evipant* is jó sikerrel alkalmazzák. Óriási előnye, hogy a szervezetben gyorsan szétbomolván, az altatott beteg a műtét után azonnal felébred és teljesen normális, nem émelyeg, nem hány.

Az 1904—1905. években Fisher Emil, a varázsló hírében álló vegyész, ki- nek sok más között a húgysav, s a xanthin bázisok: coffein és theobromin synthesisét is köszönhetjük és oly sokat a fehérjék kémiaja terén, — oly vegyületeket állított elő, amelyek az agyat hódító, de a lélegzés és vérnyomás központjait ébren tartó gyököket tartalmaztak és ezek hatását vizs-

gálta klinikus munkatársa Mehring. Ennek az igazán szép és tervszerű munkának eredménye volt a *veronai* és a *luminal*. Mind a két szer kitűnően bevált; a *luminal* a mozgásközpontok ingerlékenységét is jól csökkenti úgy, hogy az epilepsia kezeléséből a kellemetlen brómot csaknem teljesen kiszorította. Könnyű volt aztán a két szer mintájára a legkülönbözőbb hasonló hatású származékokat előállítani, amelyek ma már sokféle nevükkel az orvos emlékezetét terhelik, de egyik sem jobb e két ősvegyületnél (propónál, díai, numal, phanodorm, somnifen stb.)

A húszas évek elején Starkenstein antagonizmust vélt megállapítani a *veronai* és *pyramidon* között a hódító és synergizmust a közös fájdalomcsillapító hatásra nézve és ajánlotta a kettő keverékét  $1/3 + 2/3$  arányban fájdalmak ellen. A készítmény „*veramon*“ néven került forgalomba, „*tabl. barbamidi*“ néven gyógyszerkönyvünkbe is bejutott, mert kitűnően bevált jó fájdalomcsillapító és megnyugtató. Ma már persze szeri-száma sincs a hozzá hasonló készítményeknek, mint a *veropyrin*, *demalgon*, *cibalgin*, *dormalgin*, *compral* stb.

Ha már a *pyramidon*ról szóltam, vessünk egy pillantást a mai láztherápiának kifejlődésére is. Már a múlt század eleje óta ismeretes *chinin* és a 70-es években terjedni kezdő *salicylsavas nátrium* mellett 1884-ben jelent meg a Knorr által előállított és lázcsillapítónak felismert *antipyryn*, ami a maga kitűnő, mellékhatások nélküli hőcsökkentő-hatásával az intenzívebb, tervszerűen vezetett láztherápiának vetette meg alapját. Már három évre rá egy véletlen összetévesztés folytán ismeretes lett az *antifebrin*, hamarosan reá a *phenacetin*, a *salypirin* és *pyramidon* v. *amidopyrin*. Az a megismerés, hogy ezek a lázzal együttjáró rossz közérzetet és fájdalmakat is megszüntetik, ismertté tette fájdalomcsillapító hatásukat is, ami még jobban növelte elterjedésüket. Jöttek tehát csakhamar a hasonló összetételű utáztatok is: a *lactophen*, a *citrophen*, *migraenin*, *melubrin*, *novalgin*; és a védett nevű gyógyszerkeverékeknek az a tömege, amelyekben e lázcsökkentők egymással és *coffeinnel*, *codeinnel*, *aethylmorphinnal* vannak kombinálva. A *chinin* régi társa, a *salicyl* is hamar felszökött ez elterjedt gyógyszerek közé az *acidum acetylo-salicylicum*, közismerten *aspirin* révén, különösen há még hozzászámítjuk a hasonló vagy alig inódosult szerek tömegét (*acetylin*, *istopirin*, *hydropirin*, *coffetilín*, *diplosal*, *alín*, *alcacyl* stb.). Ennek a vegyitermékeknek hatása lényegesen különbözött a *salicylsavétól* nemcsak abban, hogy kevésbé bántotta a gyomrot, hanem hogy lázcsökkentő hatása erélyesebbé és fájdalomcsillapító hatása kifejezettebbé lett. A hatásmód eme változását

csak avval tudjuk magyarázni, hogy a sejtbehatolása lett könnyebb, ezt pedig az acetylálásának köszönheti, aminek hasonló hatásfokozó eredményét láthatjuk a morphinon, melynek ecetsavszármazéka, a *heroin* kétszer olyan erős hódító hatású, — de talán legbámulatosabban a cholinon, amelyből keletkező *acetyl-cholin* 100.0C0-szer hatékonyabb az eredeti cholinnál.

Egy másik módja is van a hatásfokozásnak és ez a hidrogén atomok szaporítása. így kapunk pl. az enyhe hódító codeinből dihydrocodeint (*paracodin*), illetve annak ketonszerű rokonából, a codeinonból dihydrocodeinont, ami „dicodid“ néven van elterjedve és a dihydroxycodeinont, ami „*eucodal*“ néven ismeretes. Mindkettő 0'005 gr adagban hatásos és fájdalomcsillapítóul, különösen a légzőközpont megnyugtatójául szokták őket használni, főleg morphin helyett, azon hiszemben, hogy ezek nem okoznak „vágyat“, ami — sajnos nem áll,

Nem hagyhatjuk el a láz- és fájdalomcsillapítókat anélkül, hogy meg ne emlékezzünk a fájdalmas húgysavlerakódások gyógyításában nagy hírré szert tett *phenyl-chinolin-carbonsavról* vagy „*atophan*“-ról. Igaz, hogy kellő adagokban alkalmazva mobilizálja a sejtekben fixált húgysavat és különösen egyidejű alkalis ivókúrával bőséges húgysav-kiürülést indít meg, — de a már kiválott köveket, lerakódásokat feloldani, kiűzni bizony nem tudja. Jó hatása főleg gyulladáscsökkentő, láz- és fájdalomcsillapító voltának tulajdonítható. Keserű íze miatt oldhatlan származékát a novatophant használják újabban, gyógyszerkönyvünk „phenochino/um“-nak nevezi, de számos más néven is ismeretes, különösen salicylkészítményekkel és pyramidonnal kombinálva (tophosan, tophin, arcanol, acitophosan, causith, germicid). Túlzásba vitt adagolásának azok a közlések vetettek gátat, amelyek felhívták a figyelmet arra, hogy huzamosabb használat mellett máj- és veseártalmat okoz.

Korszakalkotó volt a therápiában a *cocain helyi érzéstelenítő hatásának* felfedezése, ami tanulságos példája annak, hogy néha milyen messze esik a felfedezéstől annak hasznosítása. Már első előállítója, Wöhler 1860-ban azt írja róla, hogy „a nyelven vele érintett hely múltán mintha bódult lenne, csaknem érzéstelen“. 1880-ban Anrep már saját bőrét is érzéstelenítette injectióval tűszúrásokkal szemben, anélkül, hogy ennek jelentőségét felismerte volna. Csak 1884 óta, Koller bécsi szemész közlése nyomán talált utat a szemészetbe és terjedt el gyorsan a gégészet és sebészet terén is. Bármilyen áldásos szer is volt, mivel erős mérég és igen gyakori vele szemben az előre ki nem mutatható idiosyncrasia, annyi bajt csinált, hogy a sebészek, de különösen a fogászok már mindig rettegve vették a fecskendőket kezükbe.

Főrészt ez, de meg nagyon értékes hatása mellett romlékonysága és nem sterilizálható volta arra ösztönözték a kutatókat, hogy kevésbé mérgező, de jól használható pótszerei után kutassanak, s ez igen szép, tervszerű munka volt.

Miután megállapították, hogy az érzéstelenítő hatás hordozója benne a benzoyl-gyök, míg a molecula többi része csak az idegelembe hatolását segíti elő: megindult a jó és kevésbé jó pótszerek felfedezése (orthoform, anaesthesin, /?-eucain, pantocain), melyek közül a *novocain* viszi el a pálmát, de amelyek sora még távolról sincs lezárva. Újabban ugyanis a chinin származékaiban újabb és erős hatású helybeli érzéstelenítőket találtak (percain), melyeknek hatása 5—6 óra hosszat is eltart.

Mindezt a ragyogó sikert, ami azt tette lehetővé, hogy ma már nincs fájdalmas vizsgálati módszer, operatív beavatkozás és jóformán minden nagy hasműtétet is el lehet végezni helybeli érzéstelenítésben, — annak köszönhetjük, hogy vegyészeink oly eredményesen törekszenek a tiszta hatóanyagok előállítására, amelyekkel aztán az orvoskutatók döntő kísérleteket végezhetnek a szer hatékonyságát és alkalmazását illetően.

Gyönyörű példáját mutatja a *tiszta hatóanyagkutatás* eredményességének egyik legbecesebb gyógyanyagunk, az *anyarozs* hatóanyagának felderítése. E rendkívül becses drog hatóanyagai tekintetében a legnagyobb zavar uralkodott, míg 1918-ban Stoll baseli vegyész abból egy kristályos alkaloidát nem tudott izolálni: az *ergotamint*, ami 20 milliós hígításban is lassan előálló, de igen tartós összehúzódásokat hoz létre a tengerimalac vagy macska izolált méhén. Ez a tiszta hatóanyag lehetővé tette a megbízhatatlan kivonatok mellőzését s az orvosok *gynergen* néven kitűnően használják bőr alá fecskendezve, súlyos méhvérgések csillapítására, különösen annak legveszedelmesebb alakja, a szülés utáni méhelernyedés (atonia) esetén.

Ezzel azonban még nem zárult le a secale-kutatások sorozata, mert bizony megesett, hogy egy-egy jó friss kivonat felülmúlta a neki megfelelő ergotamin hatásfokát. A vegyészek és pharmacologusok egész serege vetette utána magát ennek a nyomnak s az eredmény egy új anyag lett, az *ergobasin*, ami abban különbözik az ergotamintól, hogy vízben jól oldódik és bevétele után (nem kell befecskendezni) már 5—6 perc múlva erős méhösszehúzódásokat okoz; tehát nem lassan készülődik, mint az ergotaminhatás, de nem is olyan tartós. Ezóta nem igen használják komoly szükség esetén az anyarozs kivonatot, legfeljebb a hősám csökkentésére, hanem ha gyors



méhösszehúzóadásokra van szükség, ergobasint, ha tartós contractiók kívánatosak, ergotamint alkalmaznak.

Sokat köszönhet a tiszta hatóanyag utáni kutatásoknak a szív élettana, melynek rendkívül bonyolult törvényeit is jórészt a *digitális anyagokkal* való kísérletezés segítségével derítették ki. Azért mondjuk így, mert több olyan hazai gyógynövényünk van, amelyek digitális módjára ható anyagokat rejtenek magukban és a gyógyításban olykor használják is őket (*Helleborus niger*, *Adonis vernalis*, *Coronilla varia*, *Convallaria majális*). Ez a lázas munka természetesen a szívvel kapcsolatos keringési rendszerre is kiterjedt s míg egyrészt a kóros jelenségek helyes értelmezését tette lehetővé, másrészt a digitális anyagoknak céltudatos alkalmazására vezetett, nagy hasznára a beteggyógyításnak. A 80-as években még csak három, saponinnal szennyezett hatóanyagot: a digitalint, a digitaleint és digitonint ismertük és csak a levélpor, annak forrázata és tincturája állott rendelkezésünkre, melyekkel sem életmentő gyors hatást elérni, sem a tartós kúrát megghiúsító, lázadózó gyomrot megkerülni nem lehetett.

Ma kristályosan ismerjük e rendkívül becses növény hatóanyagait: a legerősebb és legtartósabban ható *digitoxint*, a gyorsabban ható, de fél olyan erős *gitoxint* és a még gyengébb *gitalint* és rendelkezünk több olyan hazai és külföldi gyógyszerrel, melyek ezek tiszta oldatait tartalmazzák és a gyomor elkerülésével izomba, sőt a vérpályába is befecskendezhetők (adigan, digiclarin, digalen, lanaclarin stb.). Pótszerei közül kezünkben van a kristályos *g-strophanthin* és az amorph *k-strophanthin*, amiket leggyakrabban szoktak érbe fecskendezni, továbbá a tengerihagyma hatóanyaga, a *scillaren* és újabban az oleanderből előállított *leandin* is. E szerek a mai gyógyításnak iegbecsesebb eszközei és helyes alkalmazásukkal a keringési elégtelenségben szenvedő beteget hallatlan szenvedésektől tudjuk megszabadítani és hosszabb időre, hónapokra, évekre újra teljesen egészségessé tenni.

A digitális speciális szívgyógyszer s ezért hatása nem fog várakozásunknak megfelelni olyan keringési zavarokban, amelyekben az edényrendszer tónusa csökkent veszedelmesen s a szív csak azért gyengült, mert üresen jár, pl. shockban, collapsusban. Világos dolog, hogy ilyenkor a vérnyomás központját izgató vagy az edények peripheriás tónusát emelő szerek alkalmazása a célravezető (coffein, kámfor, coramin, hexeton, cardiazol, tetracor, adrenalin, ephedrin), melyek gyors befecskendezésével ma már sok életet mentenek meg az orvosok, átsegítve a beteget kritikus pillanatain.

A keringési zavarokban újabban nagy szerepet játszanak az érfalak tónusának emelkedéséből, azután következményes elmeszesedéséből származó tünetek, melyek különösen akkor kínzóak, ha az agy bizonyos tájain vagy a szív tápláló erein jelentkezik a baj. Evvel szemben sem állunk ma már tehetetlenül, mert az érgörcsöt oldó, a vérnyomást alászállító szerekkel rendelkezünk (*nitroglycerin, padutin, myangin, myoforf, theobromin, papaverin*). Szívelégtelenség ellen ezenfelül kitűnő eljárás a 20—40% szőlőcukor-oldat érbefecskendezése is, mivel rögtön ható energiaforrás.

A digitalis anyagokhoz, ergotaminhoz hasonló tiszta növényi eredetű erős hatású anyagok ma már nagy számban állnak rendelkezésünkre s hatásuk és alkalmazásuk is teljes megbízhatósággal van megállapítva. Ilyenek a *coffein, strychnin, lobelin*, a központi idegrendszer-, különösen a vitális központok (légző, edénymozgató) hatalmas izgatói; a *theobromin*, a cacaomag hatóanyaga, ami az edényfalak görcse és a veseműködés elégtelensége esetén tesz jó szolgálatot (diuretin); a hazai nadragulya (*Belladonna*), maszlag (*Datura*) és beléndek (*Hyosciamus*) mérgei: az *atropin* és *hyosciamin*, valamint a *scopolamin*, melyek akaratunktól függetlenül működő szerveinket: szem, nyálmirigy, gyomor-bél, hólyag, — nyugalomba helyezik, különösen ha azok fokozott izgalomban voltak; a szívet azonban szabályozó gátlása alól felszabadítva szapora lüktetésre készítetik. Nagyobb adagban elhódítják az agyat egész az érzéstelenségig (veszedelmes módszer, ma már nem alkalmazzák, de az altatás megkönnyítésére morphinnal együtt általánosan használják).

Első helyen kellett volna említenünk a már a múlt század elején tisztán előállított *chinint*, első igazi lázellenes és maláriát gyógyító szerünket és az ópium főhatóanyagát, a *morphint*, legáldásosabb fájdalomcsillapító gyógyszerünket, mellyel még haláltusáját is könnyűvé tudjuk tenni betegeinknek. Az ópium különben a becses hatóanyagoknak valóságos raktára, belőle nyerik a *narcotint* (6%), a *papaverint* (1—2%), a *narceint* és *codeint* (2%), mindmegannyi fájdalmat, reflexingert, bél- és érgörcsöt szüntető tiszta hatékony anyagot. Újabban az ópiumból nemcsak ezen egyes, izolált, kristályos anyagokat állítják elő, hanem az összes hatóanyagok ugyanolyan arányú keverékét is, amilyen arányban azok az ópiumban foglaltatnak (*pantopon, domopon*) s e keverékkel sokaknál kedvezőbb eredményeket érnek el, mint a tiszta morphinnal.

Nagy segítség a keringési zavarokban kitűnő *vizelethajtó szereink* alkalmazása, amelyekkel a nagy vizenyőktől, hasvízgyülemektől szabadíthatjuk meg a beteget. Alkalmazásuk szigorú orvosi mérlegelést igényel, mert hiszen csak jó szív működés és javítható veseműködés esetén lehet eredményes. A régi veseizgató szereket elhagytuk; ma inkább a *theobromin sókat* és a sokszor bámulatos hatású kénesős húgyhajtókat (*novurit, salyrgan*) alkalmazzák.

\*

A régi orvosok egy brutális gyógyeljárása, a hólyaghúzó és genyedéskeltő tapaszok alkalmazása nyert századunk elején igazolást a Weichardt által bevezetett *ingertherápiával*. Ő systematikus vizsgálat tárgyává tette fehérjék és fehérje bomlástermékek hatását, ha azokat a gyomor megkerülésével izomba vagy vérbe fecskendezzük és megállapította annak „omnicelluláris” voltát. Ez a hatás elsősorban a vércolloidok tartós megváltozásában áll, ami a sejtprotoplazma ingerlékenységét fokozza és ezáltal a sejt életműködésének, ellenálló képességének élénkülésére vezet, miáltal az egész szervezetet mintegy „áthangolja”, gyógyulási hajlamát sokszor bámulatos módon megjavítja. Nem mulékony, mint a gyógyszeres hatás, mert a reakció, mit a vérben, sejtekben létrehoz, nem olyan könnyen múlik. Ezért megismételt alkalmazására csak több napi vagy heti időközben van szükség. Későbbi vizsgálatok kiderítették, hogy nemcsak szerves, hanem bizonyos szervetlen colloido'knak is hasonló hatása lehet (ezüst, réz, vascolloidok, kén, kovasav stb.).

Az ingertherápia gyógyhatását nagyban elősegíti még az alkalmazására bekövetkező *láz* és a megbetegedett testrészekben beálló *gócreakció*. A láz a befecskendezést 20—25 perc múlva követi, erős rázó hideggel köszönt be és 6—8 órán át 39—40° is lehet, de ritkán van rossz közérzettel egybekötve. A láz is, mint a szervezet egyik természetes önvédelmi eszköze, gyógyító hatású lehet, különösen fertőző betegségek esetében és Wagner-Jauregg kezdeményezésére ezt használjuk ki ma a syphilisen alapuló agy és gerincvelő bántalmak (paralysis, tabes) gyógyítására, mikor a betegeket ismételten maláriás oltásokban részesítjük.

A hatás sohasem specifikus, még különleges szerv kivonatoktól sem várható ilyen hatás a megfelelő szervre, sőt a specifikus kezelésre készült vaccinák gyógyításában is ez a nem specifikus ingerhatás játssza a főszerepet.

Az ingertherápia subacut és chronicus lefolyású bántalmakban van helyén, mikor általa a szervezet kimerült gyógyhajlamát akarjuk serkenteni. Eszközei lehetnek elsősorban a vér, mégpedig mind az idegen, mind a saját vérünk, amelyet frissen veszünk és 5—10 kcm. mennyiségben azonnal a farizomba fecskendjük. Az ott tönkremenő véresejtek bomló fehérjei lázgerjesztő ingeranyagként hatnak. Egyike a legjobb lázgerjesztőknek a frissen felforralt *tej* 3—5 kcm-e. Szelídebb hatású pótszerem! ajánlatosak a *casein-készítmények* és az a sokféle gyári praeparatum, ami e célra forgalomban van. Bakterium-fehérjéket is szokás használni (vaccineurin, omnadin, polysan). Néhány leleményes vidéki kartárs typhus vaccinát használt, mindig ingertherápiára és pár év alatt kiirtotta falujából a typhust.

A *szervetlen colloidok* közül leghasználatosabbak az ezüst colloidok, gyakran — különösen rheumatikus bántalmak gyógyítására — a kén olajos oldata és a yatren.

Nagyon valószínű, hogy ilyen lassan kifejlődő enyhe ingertherápiás hatásra vezethetők vissza a *gyógyfürdők, iszapok, besugárzások* és a ma divatos *fizikális gyógyító módszerek* eredményei is.

Új keletű a *histamin* felhasználása vérbőséget okozó és áthangoló kúrákra kataforezis vagy üveporos bedörzsölés segélyével. Állandó árammal 1: 10.000-hez hígítású oldatokat szoktak 2—3 tenyéryi bőrfelületen 5—10 percen át bejuttatni, mire a hajszálerek tartós kitágulása következtében meleg érzés keletkezik s a fájdalom és mozgáskorlátozottság csökken. Ugyanilyen hatásokat a *méhméreg* nagy hígításával is el lehet érni. Falusi kuruzslók gyakran veszik igénybe a méhcsípést ilyen célokra.

\*

Sok csodát és rejtélyt fejtett meg már a modern orvos tudomány, s az élet titkait felderítő útjában gyakran bukkan olyan kincsre is, mit a szenvedő emberiség javára felhasználhat. Ilyen nagy horderejű felfedezés volt a hormonok, a belső elválasztású mirigyek által termelt „chemiai hírnökök“ felfedezése, melyeknek kutatása szintén új élettani ismereteket és új gyógyítási lehetőségeket tárt fel előttünk.

A hormongyógyítás csak ötven éves múltra tekinthet vissza. 1891-ben kezelt először Murray, manchesteri orvos pajzsmirigykivonattal egy mixodemás nőt, akin 27 éven át észlelhette eljárásának hatásosságát. Ezután gyors egymásutánban következett a többi belső elválasztású mirigyből készült kivonat vizsgálata és tiszta hatóanyagaik előállítása, melyek közül nem egy már kristályos állapotban is kezünkben van.

Az első három hormon, amelynek elkülönítése sikerült, az *adrenalin* (1901), a *thyroxin* (1914) és az *insulin* (1926) volt. Ezek közül az insulin fehérjének, a másik kettő pedig aminosavszármazéknak fogható fel. A hormonokat ez alapon általában fehérjékből származóknak tekintették. Ez a nézet azonban a sexualis hormonok összetételének megállapításával megdőlt, mert ezek mind a sterinekkal — tehát a zsírokkal — hozhatók összefüggésbe és valószínű, hogy a cholesterinből származnak. Érdekes, hogy a hormonok között, legyen bár egészen más az élettani szerepük, sokszor csak egy kis oldalláncban van különbség vagy hogy pl. a női petefészek hormon, az oestron és a férfi sexualis hormon, az androsterin között csak annyi a különbség, hogy az utóbbiban egy methyl-gyökkel több van, mint a petefészek hormonban.

A legutóbbi két évtized egyik legszebb experimentális vívmányának tekinthetjük az *agyfüggelék* (*hypophysis*) csodálatos központi szerepének felderítését, amely a legtöbb belső elválasztású mirigy működésének irányításában nyilvánul meg. Legelsőnek ezek közül a *növekedési hormont* ismerjük meg, aminek túlermelése óriási növekedést, hiánya törpeséget hoz létre. A második fontos hormoncsoport a *gonadotrop hormon*, amely a nemi mirigyek érését és azok funkcióját kormányozza. A harmadik az ú. n. *thyreotrop hormon*, amely a pajzsmirigy működését fokozza. És külön hormon kormányozza a mellékvesekéreg funkcióját: ezek az *adrenotrop*, illetve a *corticotrop hormonok*. Ugyancsak külön hormonnak bizonyult, mely ebből a gazdag forrásból származik, a *prolaktin* is, mely a tejelválasztás megindításához feltétlenül szükséges. De az agyfüggelék elülső lebenye ezeken kívül még más fontos, de még be nem bizonyított hatást is fejt ki.

A pajzsmiriggyel gyógyítás után a következő nagy lépés az *insulin* felfedezése volt 1922-ben (Banting és Best). Az ezután következő évek alatt a fejlődés rohamos korszaka következett. Csakhamar sikerült a mellékvesekiirtás haláltokozó tüneteit, a here és ovarium sorvadását kísérő sokféle zavart és a pajzsmirigyben elrejtett lencsényi mellékpajzsmirigyek hiányára vagy hiányos működésére visszavezethető görcsöket: a tetániát, végül az agyfüggelék kiesési tüneteit hatásos kivonatok előállításával és adagolásával megszüntetni.

Ha mármost feleletet kell adnunk arra, hogy e megbetegedések esetében *milyen módon és milyen eredményeket ért el a hormontherápia*, akkor első-sorban a „substitutív“ kezelés eredményéről kell beszámolni. Ezen a néven azt értjük, hogy egy fontos, sőt nélkülözhetetlen belső elválasztású mirigy

hiánya vagy csökkent működése esetén a hiányzó hormon rendszeres adagolásával, azt mintegy pótolva, a szervezet normális működési egyensúlyát helyre tudjuk állítani.

Legelsőek voltak a pajzsmirigy elégtelen működése esetén észlelt eredmények. Mixödémában a hatás biztos, már pár nap alatt bekövetkezik és éven át fenntartható. A fejlődésben visszamaradt, csökkent anyagcseréjű és vérképzésű (olykor 50%-kal is!) erőtelen, magatehetetlen beteg, kinek halvány bőre vizenyősen duzzadt, korpádzó, haja, szőrzete kihullik és szellemi képessége is gyengül egész a kretinizmusig: — pajzsmirigy tabletták szedése mellett tökéletesen meggyógyul és élete végéig egészséges és munkaképes, ha pajzsmirigyszükségletéről állandóan gondoskodik. Az endemiás golyva ellen a pajzsmiriggyel gyógyítás többnyire csődöt mond. Itt a megelőzés céljából nyújtott jódozott só szolgáltatott igen szép eredményeket.

A másik nagy vívmánya a substitutív hormon therápiának, a *cukorbetegség insulín kezelése*. Természetesen az insulín sem mindenható; a diaeta és magatartás éppoly fontosak, mint azelőtt, de megbecsülhetetlen olyanoknak, akik a létfenntartásukra szükséges szénhidrátot sem tűrik meg, vagy akiket már az öntudatlanság, a coma fenyeget. Minden betegnek más az insulín-szükséglete, ezért azt mindenkire nézve pontosan meg kell állapítani. Nagy hátránya az, hogy a beteg állandóan rászorul, mégpedig a gyomor megkerülésével, befecskendezés útján való kezelésre, ami gyakran helyi tünetekkel kellemetlenkedik. De mindezt eddig belsőleg adagolható insulín-pótszert nem sikerült előállítani.

E nagy eredmények mellett messze elmarad az *Addison-kór hormon gyógyítása*. Az állatkísérletek ugyan szépen sikerülnek, de a klinikai eredmények nem kielégítőek. Lehet, hogy e betegségben lassan több, más mirigy-elégtelenség is fejlődik ki és a substitutív therápia a mellékvesekiesést rendbehozza ugyan, de a többi mirigyfunctio zavarát már nem tudja eltüntetni. Az eredmények csak nagy adagokra mutatkoznak sok C-vitamin és konyhasó egyidejű adagolása mellett.

A *női szexuális hormonok*: a tüszőhormon és sárgatest hormonja: a progesteron szerepét számos klinikai észlelésből ma már tisztán látjuk és a hószámzavarok, valamint ennek elmaradásával mutatkozó különböző ideges tünetek, valamint a megismétlődő elvetélések esetén nagy hasznukat vesszük.

A *herehormon* klinikai jelentősége kisebb. Bár a herehiány esetén elősegíti a here működésével együtt járó tünetek, az ú. n. férfiasodás kifejeződését.

sét, de azért ez a hormon sem fogja a here nemző működését aktiválni, mint ahogy a petefészek-hormonok egyike sem aktiválja a kimerült petefészket. Újabban előnyös befolyását észlelték a prostata mirigy túltengésére öregedő korban.

Az *agyfüggelék elülső lebenyének* hormonjaival a betegkezelés még kezdetleges, bár sikerült törpeség esetében olykor kielégítő eredményt elérni.

A *mellékpajzsmirigy hormonjával* tetánia esetében sokan számolnak be kielégítő eredménnyről. Érdekes, hogy gyomor- és bélfekélyek is sokszor gyors javulást mutatnak e hormonos kezelésre.

A hormonok azonban sokszor erős *gyógyszeres hatásokat is tudnak kifejteni*, amelyeket az orvos akkor is felhasználhat, amidőn nem substitutív kezeléstről van szó.

Az *agyfüggelék hátsó lebenyének kivonatát és a mellékvese kristályos hormonját, az adrenalint* főleg ilyen erős gyógyszerhatásuk miatt szokás alkalmazni. Közismert az adrenalin izgató hatása a Sympathikus idegrendszer végkiszülékeire, miáltal sok mirigyben elválasztást, sima izmokban elernyedést vagy éppen görcsös összehúzódást idéz elő és gyorsítja a szív ritmusát. Ez utóbbi hatása a véredények tónusát emelő hatásával együtt megbecsülhetetlenné tesz a hirtelen beálló ájulás, szívgyengeség leküzdésében, mikor a mi saját mellékvesénk, úgy látszik, nem tud hirtelen elég hormont termelni a megbillent egyensúly helyreállítására. Az agyfüggelék hátsó lebenyének kivonata főleg a méh összehúzódásának kiváltására, a makacsul stagnáló bélmozgások megindítására, a túlbő vizeletelválasztás gátlására lesz alkalmazható anélkül, hogy ezen szervekre hormonbefolyása volna. A pajzsmirigy viszont erős vizelethajtó lehet bizonyos esetekben és az anyagcserét fokozó hatását óvatosan soványító kúrákra is felhasználhatjuk; az insulinnal viszont hizlalni lehet. Újabban a morphinelvontást is nagymérvben meg tudják könnyíteni insulinnal.

A hormongyógyítás tehát nagy eredményeket ért el már most is, pedig az okszerű hormonkezelés még csak akkor következhetik el, ha majd jobban ismerjük e mirigyek működését és a többi mirigyekkel való correlációját. A gyógyítás tehát élettani és kórtani ismereteink további gyarapodásától fog függeni.

A hormonokról szólva, nem mehetünk el némán korunk egyik legnagyobb felfedezése: a *vitaminok* mellett.

Ismeretes, hogy a Voit—Rubner-féle anyagcseretörvény legpontosabb kielégítésével — azaz, ha a szervezet fehérje, szénhidrát, zsír és mindenféle

sószükségletének fedezéséről is gondoskodunk —, sem tudunk egy állati életet fenntartani ama rejtélyes kiegészítő anyagok nélkül, amelyek már minimális mennyiségeik miatt sem jöhetnek számításba, mint energiaforrások, de annál inkább mint éppen olyan fontos és nélkülözhetetlen anyagok, a sejtek életműködésének szabályozásában. Első felfedezőjük a Nobel-díjas Eijkmann holland gyarmatorvos volt, aki 1897-ben tyúkokon a beri-berizhez hasonló kísérleti idegbetegséget tudott előidézni, ha azokat kizárólag hántolt rizzzel etette és rizskorpakivonat minimális adagával beteg állatait meg tudta gyógyítani. A vitaminok tanának experimentális kidolgozásában nagy érdemeket szereztek maguknak Stepp, Hopkins, Mc. Collum, Windaus, Willstädter és Fünk, kitől a vitamin elnevezés származik és Szent-Györgyi, kinek a C-vitamin vagy ascorbinsav felfedezését köszönhetjük. Messze vezetne, ha itt most csodálatos élettani szerepükkel és kórtani jelentőségükkel akarnék foglalkozni, csak röviden az eredményeket akarom összefoglalni, amelyekre a vitaminokkal foglalkozó lázas kutatások vezettek. Általában két csoportra szokták a vitaminokat osztani: *vízben oldhatókra és zsírban oldhatókra*.

A vízben oldható vitaminok közül a *B-vitamin* volt az első, mit Windausnak sikerült kristályosán előállítani a sörélesztőből, ami e vitaminban leggazdagabb. Ez annyira hatásosnak bizonyult, hogy 2<sup>4</sup> gammája (2<sup>4</sup> ezredmilligramm) megment egy súlyosan beri-beris galambot. Egy embernek napi szükséglete kb. 300 ilyen galambegység. Erről a roppant hatékony anyagról kiderült az a meglepő tény, hogy nem is egységes, mert 120°-on elpusztul benne a beri-berit meggyógyító, idegekre ható faktor, a Bi, de megmarad a szintén avitaminózisnak felismert pellagrát gyógyító faktor, mit elneveztek Bz-nek. A vitaminkérdés bonyolultságára jellemző, hogy azóta még ötféle B-vitamin-fraiót ismertek fel.

Hatásmódjára nézve kimutatták, hogy a Warburg-félé lelegzőfermentummal kapcsolódik és fontos szerepe van a sejtlégzésben, továbbá a vörösvérsejtek képzésében s az állatok növekedésében is az A-vitamin mellett (külön-külön egyik sem hatásos).

A másik fontos, vízben oldható vitamin a *C-vitamin*, amit ma már mesterségesen is elő tudnak állítani. Régebben nagyon thermolabilisnek hitték és skorbutellenes hatást csak a nyers tápszerektől (gyümölcsöktől, zöldségektől, legfeljebb savanyított káposztától) vártak; kételyt csak a paradicsomkonzervek hatásos volta okozott. Kiderült, hogy nem a hő, hanem az oxidatio pusztítja el, de nyers terményeink egynémelyike, pl. a paradicsom tar-



talmaz olyan védőanyagokat, melyek a C-vitamint a főzés közben őt fenyegető oxidációtól megvédik. Az oxidációs pusztulás mellett szól az<sup>1</sup> is, hogy még a citromlé is elveszti hatását, ha levegőn sokáig áll, s hogy konzervgyáraink vákuumban sterilizált főzelékei alig csökkent vitamintartalmúak.

A C-vitamin nemcsak a maga hiánya esetén bizonyult hasznosnak (scorbut, terhesség és szoptatás alatti állapot, foghúsvérzések, romló fogállomány, hurutos hajlam stb.), hanem különösen mióta tisztán előállították, sokféle hasznossága derült ki, minek következtében ma sűrűn alkalmazott gyógyszer is lett. Így ismeretes a fermentekre gyakorolt aktiváló hatása. A véralvadást is elősegíti vasnyomok jelenlétében. Az adrenalin, cholin, thyroxin aktivitását növeli, mert gátolja azok eloxidálódását. Lényeges szerepet játszik a mellékvese élettanában és újabban arra is rájöttek, hogy a kéreghormon (cortin) hatását nagyon elősegíti Addison-kórban.

Az orvostudományt rendkívül érdekli az a tulajdonsága is, hogy egyes gyógyszerek hatását elősegíti, másrészt mérgező hatásukat jelentékenyen alászállítja. Ezzel pl. a germanin alkalmazásában egészen új lehetőségeket nyitott meg a trópusokon az álomkór elleni küzdelemben. Sőt legújabban a difteria-toxin jelentékeny méregtelenítése is sikerült vele.

Szent-Györgyi munkatársaival újabban még egy vitamint fedezett fel a citrom levében a C-vitamin mellett, amellyel a haj száledény vérzésekkel halálos vascularis purpurát meg tudták gyógyítani. Ez az anyag kitűnően gátolja az edényfalak áteresztő képességét, s ezért permeabilitási, *P-vitamin*-nak nevezték el.

A zsírban oldható vitaminok közül legnevezetesebb az *A-vitamin*. Ennek főleg a növekedésre, a sejtoxidációra és a sejtek újképződésére, regenerációjára van serkentő hatása. Kitűnően hat az ú. n. hemeralopia vagy esti vak-ság esetében, ami a retinabíbor hiányos képződésén alapul. Hiánya elsősorban a szem átlátszó szaruhártyájának kikopásában és kifelékelyesedésében nyilvánkozik meg (xerofthalmia). Ilyen szembetegséget a világháborúban sok nagyvárosi iskolásgyermeken észleltek, kik nélkülözték a tejet és vaját és akik naponta egy mogyorónyi vajdarabka kiosztásával meg voltak gyógyíthatók. Gyógyító tulajdonsága a hámszövetre kifejtett serkentő és regeneratív hatásán alapszik. Sőt fertőzéssel szemben is véd, de nem a szervezet ellenállóképességének fokozásával, hanem csupán a bőr és nyálkahártyák fedő hámsejteinek konzerválása és tökéletes pótlása által, mert így nem nyílik hézag az infekció behatolása számára. Ezért méltán megérdemli a „hámvédő vitamin“ nevet, mely tulajdonságát a legkülönbözőbb bőrbetegségek, feké-

lyesedések, nyálkahártyahurutok kezelésében, sőt újabban a sebsarjadzás előmozdítására is felhasználják (csukamájolajos kenőcsök). A *halmájolaj angolkórt gyógyító hatóanyagát* talán sohasem fedezték volna fel, ha egy berlini gyermekorvos, Huldcsinszky, rá nem jön arra, hogy a kvarclámpa ultraviolett sugaraival a gyermekek angolkórja gyógyítható (1912). Ezt kiégesztették Hessnek és munkatársainak tapasztalatai, hogy besugárzott állati és növényi szövetek angolkórt gyógyító tulajdonságot nyernek. Kiderült, hogy a bőr és a test zsiradékában mindenütt jelenlevő ergosterin alakul át a besugárzás alatt az annyira hatékony *D-vitaminná*. Ez a felfedezés adta meg annak a rejtélynek is a kulcsát, hogy miként kerül annyi hatékony D-vitamin a tőkehalak májába: az erősen ultraviolett napsugaraknak kitett tengeri moszatok planktonjai ugyanis igen gazdagok lesznek D-vitaminban. Ezekkel táplálkoznak az apróbb halak, amiket tömegesen fogyasztanak a ragadozó tőkehalak, melyeknek zsírdús májában halmozódik végül fel a sok bekebelezett zsákmány D-vitaminja.

Hatásmódja nem tisztázott, mint ahogy az angolkór oka sem. De kétségtelen, hogy a táplálék mész- és foszfortartalmának felszívódását és a csontokban lerakódását segíti elő eddig még előttünk rejtélyes módon. Allergiás megbetegedésekben is — mi alatt szerveinknek, különösen bőrünknek kóros túlérzékenységet értjük egyébként ártalmatlan ingerekkel szemben — haszna a vér és szövetnedvek mésztartalmának emelésével áll összefüggésben és talán tubeikulózisban is ez a magyarázata a vérzések megszűntének és góccok elmeszesedésének halmájolajkúrákra.

Az Evans által felfedezett *E-vitamin* eleinte az emberre nem látszott fontosnak, legalább is E-avitaminozist nem ismerünk. Táplálékainkban bőségesen jelen van és igen ellenálló. E-avitaminozist csak patkányokon lehet előidézni s az a nőstényben magzatelhalást, vetélést, a hím állatban ondószáhiányt, később végleges sterilitást okoz. Ennek alapján a gyakorlatban férfiak magtalanságában, a nők vetélési hajlamában, néha még meddőségében is, olykor eredménnyel alkalmazták anélkül, hogy e kóros jelenségeket E-vitaminhiányra lehetne visszavezetni.

Sokat nyert fontosságban azon megállapításokkal, hogy E-vitaminra az izom- és idegrendszernek feltétlenül szüksége van. Fiatal állatokban inkább az izmok, idősebb állatokban viszont az idegrendszer érzékenyebb hiányával szemben. Gyermekek izomsorvadásában, felnőttek gerincsorvadásában, illetve keményedésében bámulatos eredményeket értek el vele, különösen B-vitamin kíséretében.

Új abban (1935) egy igen érdekes vitamint fedeztek fel, melynek hiánya a véralvadást gátolja és bőrben, bélben vérzéseket okoz. Csirkék e bajban elpusztulnak, ha zöld leveleket nem esznek, míg az emlősöket ekkor is megvédi a sok bélbaktérium, melyek ilyen *K-vitamint* produkálnak. De epe kell a felszívódásához, ezért epehiánnyal járó májbajok ilyen vérzékenységgel járó bajokat okozhatnak emberben is. Ma már ismerik a szerkezetét és elő is tudják állítani.

A narkózis bevezetése óta nem tett az orvostudomány olyan nagyjelentőségű lépést, mint az *antisepsis felfedezésével*. Ennek története ma már világszerte elismert két névhez kapcsolódik: a mi Semmelweisunkéhoz és az angol Listeréhez, ki Pasteur tanainak ismeretében és saját laboratóriumi munkássága és sebészi tapasztalatai segítségével tulajdonképpen Semmelweis tanításának szerzett érvényt a chlorvíz helyett a carbolsav alkalmazásával. Az új, nagy sebészet haladásának útja ezzel és a narkózissal biztosított és meg is futotta fényes pályáját a hasműtétek millióin át a mai tüdő- és agysebészetig. És midőn a Pasteur, Roux, Bordet, Koch és Behring által megalapított bakteriológia kifejlődött, a fertőző betegségek megelőzésében és gyógyításában is elfoglalták az antisepticumok az őket megillető helyet. Vaskos könyvekre terjednek azok a vizsgálatok, melyek az egyre szaporodó baktériumölőszerek hatásértékét megállapítják és köztudomású volt napjainkig, hogy mindenekfelett áll a gyakran sajnálatos baleseteket okozó sublimát. Csak a világháború óta kezdték ki e szer egyeduralmát a chlormeszes Dakin-oldat és a hozzá hasonló chlort fejlesztő szerek, mint a németek chloraminja, s a mi neomagnolunk vagy chlorogeniumunk. Ezek oldatait bátran lehet a szem, a hasüreg, a méhüreg öblítésére is használni, nem mérgezőek és nem maróak, noha baktériumölő hatásuk az 1‰ -os sublimátéval azonos. Eljutottunk tehát ma Semmelweis országában is Semmelweisig, ki a maga tragikus harcát szintén chlorvizes mosásokkal vívta meg.

Míg a külső desinfectió kérdése ma már így eléggé megoldottnak tekintendő, fokozott érdeklődés és tudományos ostrom irányul a fertőző betegségekkel kapcsolatos *belső desinfectió* bevehetetlen vára felé és ennek az emyedetlen munkának néhány küzdelmes erőfeszítését akarom még az olvasó elé tárni, amit geniek és hangyák vívnak ezzel a megoldhatatlannak látszó problémával.

Mivel a parazitaölő hatásnak is éppoly feltétele a sejtbe lépés, mint a gyógyszerhatásnak: világos dolog, hogy az antiseptikák baktériumölő hatása

sem választható el azoknak a gazda sejtjeire, szövetnedveire gyakorolt hatásától. Ez egyrészt gyengíti a szer parazitaölő hatását az organizmusban, mert annak jelentékeny részét a vér, a szövetnedv és a sejtek azonos vegyi anyagai foglalják le a maguk számára, viszont ha növeljük a koncentraciót, könnyen veszedelmessé válhat a szer a gazdára is. Ez a gyengülés a felületi seböblítéskor, mikor az antisepticumot bőséges áramlásban alkalmazzuk, még nem mondható számottevőnek, de bizony kétes sikerűvé teszi az ú. n. mély, szöveti antisepsist. A sok sikertelen próbálkozás sem csüggesztette azonban el a kutatókat, mert néhány, már régen ismert specifikus hatású gyógyszer (chinin, kéneső, salicyl) sikeres alkalmazásában biztató jelt láttak arra nézve, hogy a belső desinfectio nem lehetetlen.

Ilyen törekvések eredménye volt a chininből leszármazó hydrocupreinek felfedezése, amelyek közül az *optochin* a pneumococcusokra, a *vusín* a streptococcusokra, az *eucupin* a diphteriabacillusokra rendkívül pusztítólag hat anélkül, hogy a gazda sejtjeinek különös ártalmára volna. Kivételt képeznek a látóideg sejtjei, melyek a nagyobb adagokban belsőleg adott optochin által sokszor megtámadtatnak (vakság). Ezért a másik kettőt sem merik diphteriában, illetve sebinfectioban belsőleg adagolni, hanem csak ecsetelésben vagy kenőcsök alakjában alkalmazzák. A *chininnek* specifikus hatásával sem volt tisztában a régi orvostudomány. Bizonyítást ez csak 1880-ban nyert, mikor Laveran a malária plazmodiumát felfedezte és kitűnt, hogy chininkezelésre tényleg eltűnnek a vérből.

A chinin áldásos szerepét a malária leküzdésében kiegészíti újabban a *plasmochin*, amennyiben ez a chininnek ellenálló ivari formákat, a gamétákat öli el különösképen, amelyek az eddig gyógyíthatatlannak hitt tropikus maláriát okozzák és tartják makacsul fent. Semmi köze sincs a chininhez, annak nem leszármazottja, hanem vegyészek és orvosok tervszerű együttműködésének értékes eredménye. Ugyanily együttműködés szülte az *atebrint*, ami éppen olyan schizontaölő, mint a chinin.

A legbámulatraméltóbb tervszerű munkát azonban az Ehrlich által állati élősdiek, ú. n. őslények, protozoák ellen megindított *chemotherápiás* kutatásokban találjuk fel. Ezeket trypanosomás egereken kezdték, melyek vérében a megszámlálható élősdiek fogyása, kimaradása szépen mutatja az alkalmazott gyógyszer hatásértékét. Az őskísérlet festékekkel történt, melyek azonban egyrészt gyengéknek bizonyultak, másrészt nem voltak alkalmazhatók az emberek gyógyítására, mert megfestették a kezelt állatokat. Ezért a figyelem az arzénessav felé fordult, amitől Laveran és Messnil már

1902-ben jó eredményeket láttak. A célt organikus arzénvegyületekkel igyekeztek elérni. Ehrlich először az *atoxyllal* próbálkozott, ami Koch állatkísérleteiben bevált. Hatásosnak, de mérgesnek találta, ezért különböző származékait állította elő, majd szerkezeti képletének megállapításával és hatásmódjának kikutatásával foglalkozott. Vegyész és orvos munkatársai segítségével több mint hatszáz új vegyületet vizsgált meg és próbált ki trypanosomás egerein és syphilissel beoltott majmain, lépésről-lépésre közelebb jutva ahhoz a célhoz, hogy olyan vegyületre akadjon, aminek olyan nagy a parazitához való vonzódása és olyan csekély az állat szervezetéhez való rokonsága, hogy a gazda veszedelme nélkül is alkalmazható legyen a syphilist okozó „*spirochaeta pallida*“ elpusztítására. Csak a 606-ik vegyület mutatkozott arra alkalmasnak, amit később *sa/varsannak* nevezett el. Ennek későbbi, vízben is jól oldható és kis térfogatban, vérbe könnyen befecskendezhető vegyülete kapta aztán a *neosalvarsan* nevet.

Ezzel az arzénvegyülettel — ha nem is egyetlen befecskendezésével, ahogy Ehrlich eleinte gondolta —, hanem csak gondos, kúraszerű alkalmazásával ma már a betegség legmakacsabb formáit is meg tudjuk gyógyítani, sőt más állati paraziták által okozott fertőző betegség ellen is eredményes gyógyszernek mutatkozott; így pl. a visszatérő láz s a malária makacs eseteiben.

Az arzénnel nyert jó eredmények a vele közel rokon *stibiummaX* való próbálkozást vonták maguk után és jó eredményeket értek el a trópusi *bilharziázis*, *leishmaniazis* és kala-azar eseteiben.

Az utóbbi évtizedben sokat vitatott, de mégis terjedő *aranytherápia* is idetartozik, melynek megalapítója tulajdonképpen Koch Róbert, aki 1890-ben közölte, hogy a káliumaurocyanid tuberculosis bacillusokra felette mérges és azokat egymilliomod hígításban is előli. Ezen az észleleten elindulva alapította meg Möllgaard és Feldt a tuberculosis aranytherápiáját. A felhasznált készítmények: *sanocrysin*, *kryzolan*, *lopion* valamennyien veszedelmes anyagok és a legnagyobb elővigyázatra intenek. Még legenyhébb hatású az újabb *solganal B*, amellyel más gennykeltők által okozott betegségekben, ízületi gyulladásokban, sőt sugárgombabetegségben is jó eredményeket értek el. A hatás lényege az ú. n. gócreakciók keletkezése volna — éppen ezek váratlan fellobbanása lehet veszedelmes a tuberculosisban — s ezek eredménye lenne aztán az általános antianyagtermelés és gyógyulás.

Említettem, hogy Ehrlich nagyeredményű kutatásait nemcsak állati öslényekkel, hanem baktériumos fertőzések ellen is különböző festékekkel

végzett kísérletezések előzték meg, mégpedig egyre fokozódó eredménnyel. Két festék volt az első: a *pyoktaninum coeruleum* és *aureum*, melyek különösen az állatgyógyászatban terjedtek el mint sebdesinficiensek. Ezóta jóformán minden anilinfestéket megvizsgáltak baktériumölő hatás szempontjából, de erősen mérgeseknek bizonyultak, s ezért inkább csak a külső antisepsis céljaira feleltek meg. Különösen kitűntek az acridin származékok, mint pl. a már alig toxikus, de felette trypanocid *trypaflavin* vagy *acrigonin*, amelyeknek hatása gennykeltő vírusokra vér- és szövetnedv jelenlétében nem hogy csökkenne, hanem emelkedik, ami óriási előny szemben a többi antiseptikumokkal. A világháborúban ez már sok amputációt tett feleslegessé. Az acridincsoportnak még két tagja lett nevezetes: a *rivanol*, melynek a nyálkahártyákon mély hatása kifejezettebb, a másik pedig az *atebrin*, melyről már a chininnel kapcsolatban szólottunk, mint maláriaellenes szerről.

A protozoonok ellen alkalmazott festékekből és az azokkal szerzett tapasztalatokból indultak ki azok a kísérletek, melyek a germaninnek nevezett festékszámazék felfedezésére vezettek. Az afrikai álomkórnak ez az eddig ismert legtokéletesebb gyógyszere és Afrikát jóformán ez tette a kultúra számára hozzáférhetővé. A betegség első szakaszában 100%, a második szakaszában 30—40% gyógyulást lehet befecskendezésével elérni e biztosan halálos betegséggel szemben.

Az azofestékek csoportjából hírnévre két anyag tett szert: a *neotropin* és *pyridium* vagy *vestin*, melyek változatlanul ürülnek ki a vizelettel s magas baktericid értékük és a vesére közömbös voltak kitűnő húgydesinficienssé teszik őket.

A festékek sorát ma a Nietzsche és Klarer által 1932-ben előállított *prontosil* zárja le, az orbánc és általában a streptococcusos fertőzések (sepsis) specifikuma. Belsőleg is, vérbe fecskendezve is hatékony. A vele elért eredmények a vegyület beható tanulmányozására vezettek, minek eredményeként kiderült, hogy a gyógyszeres hatás hordozója a nagy festékmolekula egy kisebb és szintelen része, egy ú. n. sulfamid vegyület. Ez már nem is festék, vízben oldódik és elég nagy adagokban alkalmazható — leghatásosabban vérbe fecskendezve — a célból, hogy az orbáncot, seblázat, sepsist okozó streptococcusokat a beteg vérében pár nap alatt előlje. Ezzel az Ehrlich által elgondolt idea: a „sterilisatio magna“ az élő betegben is elérhetőnek volt mondható.

Nagy szerencse volt, hogy ezek a vegyületek nem voltak szabadalmazhatók s a gyárak csak védett névvel kamatoztathatták előállítás munkájú-

kát a maguk javára. Csakhamar 4—5-féle néven lett ugyanaz az anyag ismeretes nálunk is (*prontosilum album*, *ambesid*, *deseptyl*, *sanamid*, *nigma*), azután elkezdték variálni s különböző származékokhoz, rokon vegyületekhez jutottak, amelyek az eddigi sulfamid vegyületeknek jobban ellenálló staphylococcusokat, a tüdőgyulladást, a járványos agy- és gerincvelőgyulladást okozó coccusokat is jól el tudták pusztítani vagy úgy legyengíteni, hogy a szervezet meg tudott velük birkózni. Különösen bámulatraméltó volt ez új szerek hatása a kankó néven ismert nemibetegségre, ami könnyű terjedésével és számos, súlyos következményével a legkárosabb népbetegségek egyikének mondható. Ilyen szerek ma az *uliron*, nálunk *elektyl*, a *neo-uliron*, a *ronin* és *Sulfapyridin*, a *methylsulfathiazol* vagy *ultraseptyl*. A coccusok ellen tehát ma már elég sikeresen veszi fel a küzdelmet az orvostudomány. A bacillusokkal szemben azonban tehetetlenebbek vagyunk. A diphtheria- és tetanusserum gyógyításán kívül védtelenek vagyunk a már kitört betegségekkel szemben; legfeljebb csak preventív védelmet tudunk nyújtani a szervezetnek a himlő, kolera, typhus, vérhas, pestis, scarlat és a gyógyításban is bevált diphtheria és tetanus elleni védő oltásokkal.

Az emberiség legnagyobb ellenségének, a Koch-féle bacillus pusztításainak ellenállni pedig még ma sem tudnak, még preventive sem, hacsak a háború miatt megszakadt Calmet-féle csecsemőoltások be nem válnak. A tuberculosis gyógyításában eddig csak természeti gyógymódokkal (levegőzés, besugárzás, táplálkozás) tudtunk sikereket elérni, ideszámítva azon nem megvetendő eredményű sebészi beavatkozásokat (légmell, cavernaszívás, tüdőrészek eltávolítása, csont- és ízületi sebészet), melyeknek célja nem a kórokozó leküzdése, hanem mindig csak lehető eltávolítása és a természetes gyógyulás elősegítése.

Abban a szívós harcban, mit a Koch-féle bacillussal folytatunk, többkevesebb hírnévre tettek szert a *kreosot* és *guajacol*. Egyik sem váltotta azonban valóra a hozzá fűzött reményeket, s csakhamar rájöttek, hogy adagjuk emelésével, a szervezet telítésével többet ártanak, mint használnak s ma már jóformán csak a köhögést, kiköpést könnyítő, étvágyingerlő és enyhe lázcsökkentő hatására számítunk az ilyen szörpöknek, piruláknak. A sokszor lázas fellángolásokkal járó gócreactiokat okozó aranykészítményekkel sem tudtunk eddig még célt érni.

A coccusellenes sulfamidtherápiával egyidőben azonban egy 3 guajacolmolekulát magában egyesítő festékvegyület: a *rubrophen* kitartó belső adagolás és esetleg kenőcsben alkalmazás mellett specifikus gyógyító hatásúnak

bizonyult a csontok és ízületek, de általában minden szervünk tuberculosisa ellen, a tüdő tuberculosisa kivételével. Ez mindenesetre nagy vívmánynak tekinthető és feltehető, hogy a szer a tüdőtuberculosisban is csak azért eredménytelen, mert a folytonos mozgásban levő tüdőben hiányzik a sebgyógyulás egyik elemi feltétele, a nyugalom.

A nagy küzdelem az emberiség szabadulásáért, megmentéséért a reá törő kórokozók, szerencsétlenségek, élettani kisiklások és katasztrófák okozta veszedelmektől, állandóan és most már a siker ösztönző befolyása alatt egyre nagyobb hévvel és lelkesedéssel folyik a tudás által kijelölt egyedül helyes úton. Ebben a küzdelemben a leglényegesebb szerepet — legalább is a legsűrűbb szerepet — a gyógyszerekkel gyógyítás és védekezés játssza, amelynek kifejlődését és mai színvonalát az elmondottakban igyekeztünk vázolni. A helyes utat az a megismerés jelölte meg, hogy a betegségek keletkezésében és a gyógyszerek hatásában nem azok a tulajdonságok játszanak szerepet, amikkel a magát bölcsnek hívó ember azokat bölcséleti elméletek és babonák alapján felruházni igyekezett, hanem a legsajátosabb sajátságai, amelyek csak a minden elméleti elfogultságtól mentes szigorú vizsgálat és kritika által deríthetők fel. A betegségek és kóros functiováltozások mibenlétének megismerése teszi lehetővé a megfelelő fegyverek megválasztását és helyes alkalmazását a „betegség“ leküzdésére, minek sikere természetesen ahhoz is kötve van, hogy az igénybe vett szerek és gyógy módok tulajdonságait és hatásait a legtökéletesebben ismerjük.

Amilyen világosnak, természetesnek és egyszerűnek látszik mai gondolkodásunk előtt a gyógyítás rejtélyének ez a megvilágítása: oly nehéz és sokszor még ma is csüggesztőleg lehetetlen annak megvalósítása ismereteink hézagosságai miatt. De annyi bizonyos, hogy a megkezdett és egyedül célhoz vezető útról többé letérni nem fogunk, s hogy amióta reátértünk, századok mulasztásait pótoltuk és merész léptekkel haladunk kitűzött céljaink felé.



# A SUGÁRZÁSOK SZEREPE AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN

ÍRTA  
KELEN BELA

A TUDOMÁNYOS KUTATÁS egyik kétségtelenül legkimagaslóbb vívmánya a sokféle új sugárzás felfedezése. Azokat a sugárzásokat, amelyeket a természet önként elénk tár (hő, fény, ultraibolya stb.), a fáradtságot nem ismerő bűvárkodás lángelméjű kísérletek által számos újfajta sugárzással gyarapította. Ilyenek a katódsugár, a rádió-, röntgensugár stb. Ezek az új sugarak felfedezésük alkalmával sok tekintetben csodálatot keltettek: bizonyos tulajdonságaik annyira ellene szóltak a régebbi tapasztalatokból leszűrt és megállapított nézeteknek, hogy az addigi fizika és kémia épületét alapjában megrendítették. Revízió alá kellett vennünk az anyagról, energiáról és egyéb alapfogalmakról vallott nézeteinket. Terjedelmes, új tudományágak keletkeztek. Az új tanok diadalmasan bevonultak a természettudomány minden ágába, de az általuk okozott felforgatással szemben sokáig tanács-talanul állott a tudomány: sokszor meg kellett elégednie a kísérleti tények pusztá felsorolásával, a magyarázattal azonban hosszú ideig adós maradt. Évekig tartott, míg a nézetek tisztázódtak és a természet egy új, tökélete-sebb megismerésére vezettek. Régebben képtelenségnek tartottuk volna, hogy kétséget kizárólag meggyőződjünk az atomok valóságos létezéséről, sőt hogy megismerjük azoknak bonyolódott, aprólékos belső szerkezetét, hogy szétrobbant atómrészleteknek pályáját a levegőben lefotografáljuk, hogy kísérletileg meghatározzuk a kristályok molekuláris felépítését. Sok mérész álmunk valóra vált. Az addigi legfeljebb ezerszeres nagyítást elektron-mikroszkóppal 30 ezerszeresre és többre emeltük. Az elmélet által fel-tételezett, de évek hosszú során hiába keresett hafnium nevű vegyi elemet a röntgensugarak színeképeinek útmutatása alapján egy magyar tudós (Hevesy) fedezte fel. Sugárzásokkal valamely elemet más elemmé sikerült átváltoztat-nunk! (Igaz, hogy csak igen kis mennyiségben.)

Különösen sok hasznát látta a sugárzásoknak az orvostudomány, mely általuk mind a diagnosztika, mind a gyógyítás terén óriási lépésekkel haladt előre. A sugárzások birodalma ma már nehezen áttekinthető széles, nagy terület, melynek bonyolódott fejezeteiben bajos az eligazodás. Hogy ebben az útvesztőben az olvasó kezébe biztos vezető fonalat adjunk, a sugárzásokat nem úgy tárgyaljuk, mint ahogy az első pillanatra észszerűnek látszanék, hogy t. i. minden egyes sugárzás fizikai ismertetése után azonnal rátérnénk az orvosi alkalmazásra, hanem először egy általános részben fizikai szempontok szerint egymás után tárgyaljuk az összes sugarak természettani lényegét, kiemelve az orvosi szempontból fontos tulajdonságokat és ezen egységes fizikai tárgyalás után a részletes részben térünk rá az egyes sugarak orvosi alkalmazására. így a sugárzás fizikájának és orvosi alkalmazásának egymással rokon részletei összekerülnek, ami nagyban megkönnyíti az áttekinthetőséget és megértést.

A sugárzások keletkezésének magyarázásához szükséges volt, hogy fel-frissítsünk és szabatosan értelmezzünk a középiskolából hozott néhány olyan alapfogalmat, amelyről feltehető, hogy az olvasó emlékezetében már elmosódott. A zökkenőnélküli tárgyalás szempontjából helyenkint apró ismétlések kikerülhetetlenek voltak: röviden érintenünk kellett olyan dolgokat is, amit könyvünk egy más fejezete tárgyal részletesen. Ezzel az olvasót akaruk megkímélni a fáradságos fellapozástól és keresgéléstől.

\*

A sugárzások hatásának megértésére előre kell bocsátani a következő alapfogalmakat:

Midőn valamely erő egy testet bizonyos akadály ellenében mozgat, azt mondjuk, hogy munkát végez. Az ilyen szemmel látható mozgásból álló munkát erőművi, mechanikai munkának nevezzük.

Az elvégzett *munka* nem vész el, hanem annak az *egyenértéke* megmarad. Például, ha egy követ felviszünk az emeletre, munkát végzünk. A befektetett munka egyenértéke abban nyilvánul, hogy a kő magasan fekvő helyzete folytán munkavégzési képességet nyert, mert ha visszaesni engedjük, munkát végez, éspedig ugyanannyit, mint amennyit a felvitelkor befektettünk. Ez az *energia megmaradásának elve*. Energia alatt a befektetett munkát, a munkavégző képességet értjük. Energia ezek szerint mind az, ami munkából lesz, vagy ami munkává válhat. Az energia nem semmisül meg, de semmiből nem is képződik. A világnak van egy bizonyos energiakészlete.

amely se nem szaporodik, se nem fogy, hanem munkavégzés alkalmával csupán az energia egyik alakjából egy másikba alakul át. Megtörténik, hogy az energia, átalakulásakor nem szemmel látható „erőművi“ munkává válik, hanem valami egyéb láthatatlan munkavégző képesség származik. Például, ha két tárgyat összedörzsölünk, a dörzsölési munkából hő keletkezik. Tehát a hő is az energiának egyik faja, mert munkából lesz és munkát is képes végezni, pl. vizet forral és gőzgépet hajt. A hőn kívül az energiának ilyen további alakjai a helyzeti energia, mint pl. a megelőző példában az emeletre felvitt kő, vagy egy munka árán összenyomott rúgó. Ilyen energiaalakok továbbá az elektromosság, a vegyi energia, a fény, a rádióhullámok, rádium-, röntgen- és egyéb sugárzások. Mindezek azért az energia fajai, mert bizonyos körülmények között munkát képesek végezni.

A *sugárzások* kétfélék. Először anyagi sugarak, amelyek valamely anyagi test haladó mozgásából állnak, mint pl. a vízsugár. A fizika sokféle anyagi sugárzást ismer. Ide tartozik a többi közt a katódsugár, melyet az atomok legapróbb elektromos anyagi részecskéinek, az elektronoknak igen gyors mozgása alkot.

A sugárzások másik fajtájához tartoznak azok, amelyek nem anyagot, szállítanak, hanem hullámszerűleg tovaterjedő mozgásokból állanak. Ezek ismét kétfélék: először olyanok, amelyek valamely anyag *mechanikai* hullámozgásának, rezgésének tovaterjedései, pl. a hang- vagy a vízhullámok. Ezekben maga az anyag nincs haladó mozgásban, hanem csak a hullámozgás megy végig az anyagon. Ha pl. a vízhullámokra egy papírdarabkát dobunk, látjuk, hogy a papír csupán emelkedik és süllyed, de egyébként helyben marad, a mozgás azonban továbbterjed.

A hullámozgások második fajtája az, amelyekben nem valami anyagi rész mechanikai mozgásáról van szó, hanem a *térnek bizonyos állapotváltozása terjed hullámozgás alakjában*. Ennek megértésére idézzük emlékeztünkbe a következőket. Mindnyájan tudjuk, hogyha egy elektromos vezetékben áramot indítunk, akkor a körülötte levő tér megváltozik, mert elektromos és mágneses tulajdonságokat vesz fel. Meggyőződhetünk erről, ha az elektromos áramvezeték mellé egy mágnesűt helyezünk. Ismeretes, hogy a mágnesűt ilyenkor eredeti észak-déli irányából kitér. Ha pedig elektromos vezetékbe viszünk ebbe a térbe, akkor a vezetékben elektromos feszültség keletkezik: feszültség „indukálódik“. A térnek tehát az áram körül elektromos és mágneses tulajdonságai vannak. Ha az elektromágneses teret létesítő áram a vezetékben megszűnik, megszűnik a térnek elektromágneses álla-

pota is. Ha az áram újra megindul, az elektromágneses tér újra előáll. Ha az áram iránya megfordul, a tér állapota is ellenkezőbe csap át: ellenkező feszültség indukálódik, a mágnesű pedig ellenkező irányba tér ki. Ha az áram iránya bizonyos szaporasággal (frekvenciával) változik (váltóáram), akkor hasonló ütemben változik a tér állapota is. Ha az áram váltódása szabályosan lefolyó, egyenletes: egyenletes a tér elektromágneses tulajdonságainak változása, „hullámozása“ is. A természetben igen sokféle elektromágneses hullámozás fordul elő. A hullámozás a térben sugárirányban tovaterjed. Ahhoz, hogy az áram körül bizonyos távolságban a tér megfelelő állapotba jusson, idő kell. A hullámozásnak tehát van bizonyos terjedési sebessége. Ez a terjedési sebesség minden elektromágneses hullámozásban szigorúan ugyanaz, tudniillik másodpercenként 300 ezer kilométer (300 millió méter).

Az elektromágneses sugárzás elnevezés sokak előtt azért érthetetlen, mert pl. a fényben, mint a legismertebb elektromágneses sugárzásban sem elektromosságot, sem mágnességet nem találunk. Ez a sugárban valóban nincsen is, mert a sugár azokat a tárgyakat, amelyekre ráesik, nem tölti meg elektromossággal, sem a vasat, mint a mágnes, magához nem ragadja. A sugár irányából mágnes által sem téríthető el. Az elektromágneses sugár az energiának egy olyan fajtát képviseli, amely elektromágneses *hatásokat* képes kiváltani, de csak akkor, ha útjában a hullámhosszúságának megfelelő *felfogókészülékekre* talál. így a fény érzést a szem recehártájában a látósejtekre gyakorolt hatás hozza létre. A látósejt a fény felfogókészüléke. A nagyobb hullámhosszúságú hősugarak a látósejtekre nem hatnak. A hősugarak felfogókészülékei a bőr melegérző-testei, ezekre viszont a fénysugár hatástalan.

Az elektromágneses sugár hatása tehát szelektív, azaz nem minden testre hat egyformán, hanem válogat. A sugár legerősebben hat a neki megfelelő felfogókészülékekre. Ez a közéletből is ismeretes. Tudjuk, hogy pl. a rádiókészülék csak azokat a sugarakat fogja fel, amelyekre be van állítva, amelyekre be van hangolva. A rádió felfogókészüléke tág határok közt változtatható, hangolható, úgyhogy igen különböző hullámozások felfogására válik alkalmassá. A szem felfogókészüléke ellenben nem változtatható, azért csakis a fényt képes felfogni.

A rezgések továbbterjedésének magyarázatára régebben felvették a mindent betöltő súlytalan anyagot, az *étert* és ennek a tényleges anyagi rezgéseivel magyarázták a sugarak terjedését. A mai fizika szakított az éter fogalmával és egyszerűen az elektromágneses tér

változásairól beszél, a hullámzás szót pedig csak képletesen használja úgy, mint pl. a közélet a tözsdei árhullámzást.

A következőkben először egyenkint felsoroljuk a különböző sugarakat, röviden ismertetjük fizikai tulajdonságaikat és rámutatunk orvosi vonatkozásaikra. Csak azután térünk át az orvosi gyakorlatban való használatuk rendszeres tárgyalására.

## ÁLTALÁNOS RÉSZ

(A különféle sugárzások fizikai tulajdonságai.)

### ANYAGI SUGÁRZÁSOK

Az orvostudományt érdeklő anyagi sugárzás, mint az energia egyik faja, a radioaktív bomlások alkalmával fordul elő, alfa- és beta-sugárzások alakjában.

Az *atomokat* ma már nem képzeljük változatlanoknak és oszthatatlannak, mint régen, hanem ismerjük azokat a legapróbb építőköveket, amelyekből össze vannak téve. Az atomok szerkezetét és a radioaktivitást könnyűnk egy külön fejezete tárgyalja. Itt csupán az orvosi vonatkozásban fontos részleteket foglaljuk össze.

Minden atom közepén van az *atommag*. E körül *elektronok* keringenek, mint a nap körül a bolygók. Az elektronok negatív elektromos töltésűek. Az atommag pozitív töltésű részecskékből, a *protonokból* áll. A pozitív és negatív töltés ellenkező jelű, de egyforma nagyságú. Egy elektron egy protont képes elektromosan közömbösíteni.

A proton súlya annyi, mint a hidrogén atomé. Az elektron súlya ezzel szemben elhanyagolhatóan csekély: a proton súlyának kb. kétezredrésze. Vannak a magban azonkívül még *neutronok*. Ezek elektromosan közömbösek, súlyuk a protonéval egyezik. Az elem *atomsúlyát* adja a protonok és neutronok számának összege. A mag körül keringő elektronok száma elektromosan közömbös atomokban mindig annyi, amennyit a magban levő protonok elektromos vonzásukkal megkötnek, vagyis a protonok és a keringő elektronok száma egyezik. Az atom tehát kifelé elektromos hatást nem mutat: közömbös. Az elektronok minden elemben meghatározott pályákon keringenek. Az elem vegyi minőségét az határozza meg, hogy hány proton van a magjában. A neutronok száma szűk határok közt variálhat. Ezen

variáció által jönnek létre az *izotóp-elemek*, melyek minden kémiai sajátágukban egyeznek, de különböző atomsúlyúak. Az izotópokat külön nem számítva, létezik összesen 92 elem. Az első a hidrogén. Ennek a magjában van egy proton és a körül kering egy elektron. A következő elem a hélium. Annak a magjában van két proton és két neutron és így tovább egész az uránig, melynek a magjában 92 proton van. Mérés által megállapított atomsúlya 238, tehát van benne  $238 - 92 = 146$  neutron.

Ha a keringő elektronok közül egy-egy leszakad és eltávozik az atomból, ami vegyi és fizikai folyamatok közben gyakran megesik, akkor érvényre jut a proton pozitív töltése, az atom pozitív elektromossá válik; ha pedig egy-egy elektron jut be a magburokba, akkor az elektrontöbblet az atomot negatív elektromossá teszi. Mindkét esetben azt mondjuk, hogy az atom ionosítva van. Az *ionosítás* okozza gázokban az elektromos vezetést, amint azt később látni fogjuk. Iónoktól mentes gáz az elektromosságot nem vezeti.

A legnagyobb atomsúlyú anyagok atommagja összetett, bonyolult szerkezeténél fogva kevésbé összetartó, úgyhogy az anyag egyes atomjai idővel robbanásszerűen felbomlanak és egyszerűbb szerkezetű más atomokká esnek szét. Az elem egy része tehát egy másik elemmé válik. Ennek atomjai ismét tovább bomlanak, míg végre olyan bomlástermék jön létre, amely már állandó. A szétesés sugarak kibocsátásával jár, azért *radioaktív bomlásnak* nevezik. A bomlás magától jön létre, külső behatásokkal se fel nem tartóztatható, se nem gyorsítható. (Az újabban felfedezett mesterséges radioaktivitást külön fejezet tárgyalja.) Három olyan elem van, amely magától szétesik, tehát természetes radioaktivitású. Ez a három egyszersmind a legnehezebb elem: az urán, a tórium és az aktinium. Ezeknek egymásutáni összetartozó szétesési termékei egy-egy radioaktív családot képeznek. Mind a három család végső szétesési terméke ólom, amely már tovább nem bomlik (stabil). A bomlások alkalmával fellépő sugárzás háromféle. Vagy pozitív részecskék lökődnek ki, ezek az *alfa-sugarak*; vagy neutronok bomlásából származó elektronok hagyják el az atommagot, ez a *beta-sugárzás*. Mind a kettő anyagi sugár. A beta-sugárzást igen nagy rezgésszámú, elektromágneses sugárzás is kíséri, ez a *gamma-sugár*.

Az alfa-sugárzás alkalmával a magból egy csomóban egyszerre két proton és két neutron szabadul ki. Az alfa-sugár ennél fogva olyan összetételű, mint a hélium atommagja. Érdekes, hogy minden természetes radioaktív elem pozitív sugárzása az alfa-sugárral azonos szerkezetű. Egyes protonok nem hagyják el a magot, hanem mindig a héliummagnak megfelelő két pro-

tón és 2 neutron együtt, amely csomag igen összetartó. Az alfa-sugarak sebessége, a különféle elemek bomlása szerint, másodpercenként 15—20 ezer kilométer közt változik. A szerteröppenő alfa-sugarak a levegő molekuláiba számtalanszor megütköznek azokban igen erős ionosítást okoznak és végül energiájukat átadva megállnak, a képződött ionokból két elektront magukhoz ragadnak és átalakulnak közömbös héliumatomokká. Athatolóképeségük igen csekély. Már egy papírlap visszatartja őket. A különböző bomlásokból származó alfa-sugarak hatótávolsága a levegőben 3—7 centiméter.

Az urán bomlása igen lassú: ötezer millió (!) év alatt bomlik el felére.\* A bomlástermék további többrendbeli bomlás után rádiummá alakul. A kiindulási terméknek, az urán-szurokércnek egy hárommilliomodrésze rádium. Máig valamivel több, mint egy kilogramm rádiumot állítottak elő, de nem sokkal több van meg belőle, mint a fele. A többet világítófesték-készítésre elhasználták. (A világítófestékben t. i. valami minimális rádiummennyiségnek kell lenni.) A rádium tovább bomlva, átalakul alfa-sugárzássá, ami végeredményben héliumképződésre vezet. A rádiumatomból visszamaradó másik bomlástermék az *emanáció*. Ezt újabban radonnak is nevezik. A rádium kerek-számban 1800 esztendő alatt bomlik el felére. Bomlása tehát oly lassú, hogy mennyisége egy emberöltő tartamára állandónak tekinthető. Nem így az emanáció, mely már 3% nap alatt felére bomlik, egy hét alatt negyedére, négy hét alatt a negyed negyedére, vagyis tizenhatodára és így tovább, úgy-hogy néhány hét alatt a rádiumemanációból már számbavehető mennyiség nem marad. A gázalakú emanáció mennyisége a rádiumhoz képest oly csekély, hogy nem távozik el, hanem tapadva marad a rádiumsóhoz, amelyből keletkezett és így saját alfa-sugárzásával fokozza a rádium alfa-sugárzását. A rádium alfa-sugárzása tehát idővel fokozatosan növekszik. De a növekedés nem tart sokáig, mert a képződött emanáció maga is bomlik és így kb. öt hét múlva a további szaporodás megszűnik. Akkor t. i. a rádiumból ugyanannyi emanáció keletkezik, mint amennyi a meglevő emanációból elbomlik, vagyis *radioaktív egyensúly* következik be. A rádium aktivitása ilyenkor kétszerese az eredetinek. Az emanáció aztán tovább bomlik, átalakul rádium-A-vá, rádium-B-vé és C-vé. A rádium-C-től származnak az erős beta-sugarak mellett a mélyreható gamma-sugarak. A beta-sugarak a fény sebes-

\* Hogy a bomlás gyorsaságát mert nem az anyag egész mennyiségének, hanem csak a felének elbomlási idejével mérjük (bomlási félidő), annak magyarázatát lásd „a röntgen-sugarak szerepe az orvosi tudományban” című fejezet 6. és 7. bekezdésében.

ségét megközelítő elektronsugarak. A gyógyításban nem használatosak. Az alfa-sugár a bőrbe körülbelül  $\frac{1}{10}$  mm-re hatol be.

Szintén alfa-sugárhatáson alapszik a *rádium-emanációs kúra*. Ezt ematatóriumokban belégzés, fürdő- vagy ivókúrák alakjában használják. Igen heves hatásokat a rádium-emanációtól nem várhatunk, mert először is a szervezetbe jutott emanáció mennyisége kevés, másodsor pedig a bejutott emanációt a kiválasztó szervek 1—1% óra alatt kiküszöbölik. Mivel pedig az emanáció  $3\frac{1}{2}$  nap alatt bomlik a felére, ezen rövid idő alatt energiájának alig századrésze marad a szervezetben, ami igen erős hatást nem gyakorolhat.

Másképp áll a dolog a *tórium-emanációval*. Maga az alapelem, a tórium még az urániumnál is sokkal lassúbb bomlással mezotóriummal alakul. Ezt használjuk gamma-sugárkezelésekre. A mezotórium további bomlások közben tórium-X-é válik. A tórium-X a radioaktív tóriumcsaládban ugyanazt a helyet tölti be, mint a rádium az urániumcsaládban. Ez is emanációvá esik szét, mint a rádium, felezési ideje azonban nem kétezer év, mint a rádiumé, hanem csupán  $3 \cdot X$  nap. A képződött tórium-emanáció felezési ideje pedig csak egy perc. Közvetlen tórium-emanációval tehát gyógyítani nem lehet, mert addig, míg az a beteghez jut, már felismerhetetlen mennyiségre csökken. Tórium-emanációs ivókúrára a tórium-X-et használják, amelyben a szét-esett emanáció mindig újraképződik. A charlottenburgi tórium-feldolgozógyárból rendelhető meg. (A tóriumot az Auer-fény harisnyáinak előállítására használják.) Tudni kell előre, hogy a tórium-X megrendelésre mennyi idő alatt érkezik meg. Minden úton töltött  $3^2$  napi időnek megfelelőleg megkettőzzük a megrendelt adagot, hogy addigra, míg megkapjuk, annyi maradjon, amennyi kell. A tórium-emanáció 10 perc alatt jóformán a teljes energiáját leadja és a tórium-X-ből mindig újra is fejlődik. Hatása ennek következtében igen erős, ami nagy óvatosságra int. A mezotórium további bomlásai közben képződik a tórium-C. Ennek igen erős és áthatoló elektromágneses, tehát *gamma-sugárzása* van, mely hatásában azonos a rádium gamma-sugárzásával. A mezotórium lényegesen olcsóbb, mint a rádium, de sokkal gyorsabban bomlik. Kerekszámban  $6\frac{1}{2}$  év alatt esik szét a felére; tehát 13 év múlva már csak a negyede van meg, míg a rádium mennyisége ennyi idő alatt számbavehetőleg nem változott.

Az akínium-családnak szintén vannak alfa-, béta- és gamma-sugárzó tagjai, de ezeket gyors bomlásuk miatt nem használjuk.



Régebben a rádium igen drága volt. A belga Kongó bányáinak nagy ki-termelése azonban az árakat tetemesen lenyomta. 1 milligramm rádium ára jelenleg 150 pengő körül jár.

A tiszta rádiumfém a levegőn csakhamar oxidálódik, előállítására túlságo-san költséges, ezért nem is a rádiumot magát, hanem annak valamely sóját, a chloridot, bromidot, vagy karbonátot alkalmazzuk. Ezeket a sókat sem tiszta állapotban, mert a kísérő sóktól való megszabadítás közben sok anyag veszendőbe megy. Gyógyítására teljesen elegendő 10% fémrádiumot tartal-mazó só is. A többi 90%: bárium.

Radioaktív bomlások alkalmával az anyag szétesik és átalakul energiává, így származik a gamma-sugárzás is. Az energiefelszabadulás következtében a rádiumsók sötétben fénylenek és néhány fokkal melegebbek a környezet-nél. A leadott energia az anyag mennyiségéhez képest óriási. Egy gramm rádiumból felszabaduló összes energiával az egész angol flottát a Montblank csúcsára lehetne emelni. Ez az energiamennyiség azonban csak hosszú ezred-évek alatt válik szabaddá. Az energia felszabadulását siettetni nem lehet.

## ELEKTROMÁGNESES SUGÁRZÁSOK

Az elektromágneses sugarak hullámaik hosszúságában különböznek egymástól.

Ha a hullámhosszúság éppen akkora, mint a terjedési sebesség, t. i. 300 ezer kilométer, akkor az 1 másodperc alatt megtett útra 1 hullám esik, vagyis az egy másodperc alatt képződő hullámok száma, amit rezgésszám-nak nevezünk, éppen egy. Ha a rezgésszám kettő, akkor egy-egy rezgésre a 300 ezer kilométernek csak a fele jut. Általában, ha ismeretes a hullám-hosszúság, a rezgésszámot megkapjuk, ha a hullám terjedési sebességét (300 ezer kilométert) osztjuk a kilométerekben mért hullámhosszúsággal. A másodpercenként egy rezgést egy Hertznek nevezik. Ezer rezgés egy kilo-Hertz. A rezgésszám és hullámhosszúság ezen fordított viszonya foly-tán a rezgésszámból ugyancsak a 300 ezernek az osztása által jutunk a kilo-méterekben mért hullámhosszúságra. A méterekben mért hullámhosszúságot megkapjuk, ha a méterekben mért terjedési sebességet (300 milliót) osztjuk a rezgésszámmal. A rezgésszám és a hullámhosszúság tehát, mint látjuk,

ugyanazt a dolgot fejezi ki, csakhogy más formában. Nagy frekvencia (rezgésszám) azonos jelentésű a kis hullámhosszúsággal.\*

A természetben sokféle elektromágneses sugárzás fordul elő. Ezek egymástól csupán a hullámhosszúságban és a hullámhosszúság által okozott különbségekben térnek el. A sugarak a hosszú hullámoktól a rövidek felé haladva a következők:

1. a *szikratávíró* hullámai,
2. a *rádióhullámok*, amelyek közt a hosszú, közép és rövid rádióhullámokat szokás megkülönböztetni. Ezekhez csatlakoznak a szélsőségesen rövid (ultrarövid) hullámok. Ezekután következik
3. a *hősugárzás*, melynek rövidebb hullámú részletét a vörösön *aluli* (infravörös) sugárzás néven szokás a többi hősugaraktól megkülönböztetni. Ez már átmenetet képez a fénysugarakhoz. Nevezik ultravörösnek is. Ezt követi a rövidebb hullámok felé haladva
4. a *látható fény* különböző színeivel. Ezután következnek:
5. az *ibolyántúli sugarak* a hozzájuk tartozó Dorno- és Gurvics-sugarakkal. Az ibolyántúli sugárzás után folytatódólagos skálában jönnek:
6. a *röntgensugarak*, majd
7. a *radioaktív gamma-sugárzás*. Az ezentúl következő *világiürbeli (koszmikus) sugárzás* mibenlétére vonatkozólag még nincs teljes megállapodás. Ezt a sugárzást könyvünk külön fejezete tárgyalja.

A felsorolt elektromágneses sugarak fizikája és orvosi vonatkozásai a következők:

1. A szikratávíró több kilométeres hullámait az orvosi tudomány nem használja.
2. A rádióhullámok. (Diatermiás hullámok.)

A hosszú rádióhullámok 2000 métertől 600 méterig terjednek. A közepes hosszúságúak 600—200 méterig. A rövid hullámokat 50-től 15 méterig szokás számítani. Ezen túl következnek a szélsőrövid (ultrarövid) hullámok 3 méterig és azon alul.

Ezeket a hullámokat a rezgésükkel egyező váltódáásszámú elektromos áramokkal lehet előállítani. A váltódások számának növelésével azonban

\* A fizika legújabb álláspontja szerint az anyag és energia (elektromágneses sugárzás) lényegileg azonos. Ennek a fejtegetésével a jelen könyv egy másik fejezete foglalkozik. A kérdés elméleti, tudományos érdekű. A gyakorlatban az elektromágneses hullámsugárzást lényegileg különböztetik az anyagi sugárzástól.

egyszerű dinamógépekkel bizonyos határon túl nem mehetünk. Itt a segítségünkre van az elektromos szikra. A szabadszemmel egyetlennek látszó elektromos szikrában a technikai berendezés (rezgő kör) szerint a szikra másodpercenként akár sok milliószor is ide-oda ugorhat, amint arról forgótükörben való megsejteléssel meggyőződhetünk.

A rezgő kör egy magasfeszültségű váltóáramforráshoz kapcsolt külön elektromos áramkör, mely egy helyen szikraközzelel meg van szakítva. Valahányszor a váltóáramban a feszültség a legmagasabb értékét eléri, a szikraközön szikra ugrik át. A szikra elektromos áramot képvisel, a szikra megszűnése tehát áramszakítást jelent. Tudjuk, hogy a szakítás ellenkező irányú áramot indukál, aminek következtében a szikraközön most már ellenkező irányú szikra ugrik át. Ez ismét ellenkező irányú szikrát indukál és ez így folytatódik addig, míg a szikrázással járó hő-, hang- és elektromos ellenállás a szikra energiáját fel nem emésztí, ami kb. egy ezredmásodperc alatt megtörténik. Ezalatt azonban a szikra igen gyors ütemben ide-oda ugrik. Minden egyes szikra egy-egy áramváltódást jelent. A váltódások szaporasága attól függ, hogy milyenek a rezgő kör elektromos tulajdonságai (az önindukció és a kapacitás). Ezeknek az alkalmas megválasztásával a rezgés számot és ezzel a hullámhosszúságot tág határok közt, tetszés szerint, változtathatjuk. A szikra energiája azonban, mint az előbb mondtuk, hamar felemésztdí, azért a rezgések is hamar csillapodnak és szünetelnek addig, míg a tápláló váltóáram a szikraközben a feszültséget újra fel nem emeli és újabb szikrát nem képez. Ennek következtében nem folytonos, gyors, egyenletes hullámzás, hanem csak csillapodó, szakaszos, gyors rezgéseket kapunk.

A folytonos, nem csillapodó rezgéseket rezgőkörökben a rádiókészülékekből ismert izzó katódú rácsos-, úgynevezett elektronlámppákkal állítják elő. Ezekben a sugárzás alatt megfogyott energiát külön áramforrás pótolja.\* Ilymódon OT milliméter hullámhosszúságig elmehetünk, ami már hárombillió, vagyis hárommilliószor millió rezgésnek felel meg.

A rádióhullámokkal azonos hullámokat gyógyításra a *diatermiában* használjuk. A diatermiás berendezés egy kicsiny rádió-adókészüléknek felel meg. A berendezés kb. 200—600 méteres hullámokat ad, tehát olyanokat, mint a középhullámú rádióállomások. A diatermiának célja, mint a neve mondja, a szervezet „keresztül“-melegítése. Az *elektromos* úton való átmelegítésre

\* Részletesebb magyarázatot az olvasó könyvünk megfelelő más fejezetében talál. (Rádióhullámok.)

azért van szükség, mert az emberi test szövetei a hőt oly rosszul vezetik, hogy hővezető által a test mélyébe meleget bevinni nem lehet. A közéleti tapasztalatokból elképzelhetjük, meddig tartana egy vastag marhahúsréteggel fedett tojást a hús fölé helyezett meleg vasalóval megfőzni! A szervezet mélyebb részei átmelegítésének a rossz melegvezetésen kívül egy másik nagy akadálya a vérkeringés, mely a bejutott meleget elszállítja és ezt a szervezet izzadás alakjában kiadja. A testfelszínre helyezett meleg borítások a legjobb esetben csak néhány milliméternyi réteget melegítenek át. A meleg borítások hatása nem is a mélyebb részek felmelegítésében áll, hanem a bőrben létrehozott vérbőség az, ami a kóros szövetek táplálkozásának megváltoztatásával fejt ki hatását. Át lehet azonban melegíteni a szervezetet elektromossággal. A hővel ellentétben az elektromosság átmegy a testen. Ilyenkor az áramnak a test elektromos ellenállását le kell győzni, ez pedig munkával jár. Ez a munka, úgy, mint az elektromos lámpákban, hővé alakul (Joule-féle meleg). Az energia tehát elektromosság alakjában megy le a mélybe és ott a helyszínen változik át meleggé. (Bent képződött: endogén meleg.) Az árambevezetésre azonban a rendes hálózati áram nem alkalmas, mert kifejezettebb hőhatások elérésére erősebb áram kell, mely az áthaladáskor nemcsak hővé alakul, hanem egyéb elektromos hatásokat is fejt ki, ami a szövetek vegyi szétbontásával (elektrolízis) súlyos sérüléseket okoz és az ideg-ingerületek miatt nagyon fájdalmas. Annyi egyenáramnak a szervezeten való átvezetése, mint amennyi egy közepes izzólámpán átmegy, már halálos lehet. Ezért szükséges a szapora váltakozású áram. Váltóáram esetén ugyanis a káros hatás a váltakozás számának szaporodásával eleinte fokozódik, később azonban mindinkább háttérbe szorul: *Nernst* szerint egy bizonyos határon túl a váltódás számának a négyzetgyöke szerint fogy. Tehát négyszer annyi váltódás esetén a hatás félakkora, százszorakkora váltódáskor pedig csupán egy tizedrész stb. Igen nagy szaporaság mellett az áramérezés, a vegybontás és minden más hatás megszűnik, csupán a felmelegítés marad meg. Ennek magyarázata az, hogy a vegybontás létrehozásához, vagyis a molekula szétszakításához idő kell. Nagy szaporaság mellett az áram ellenkező hatásba csap át és a meginduló folyamat ellenkezővé válik már akkor, amikor a vegybontás még létre sem jött.

Újabb nagy port vert fel az *ultrarövidhullámú kezelés*. Lényegében ez is átmelegítés, csak hogy a melegedés egyenletesebb, azonkívül bizonyos hosszúságú hullámoknak egyes sejtféleségekre sajátos hatásuk is van. Tény az, hogy ezzel a ultrarövidhullámú kezeléssel sok esetben akkor is érünk el

eredményt, amikor a közönséges diatermia rosszhatású. Ilyen eset pl. a gyuladás és a mellűrbeli vagy egyébütt előforduló gennyedés. Az ultrarövid hullámok hosszúsága 15-től 3 méterig terjed. (20 milliótól 300 millió váltódás.) Az ultrarövidhullámú kezelésben nem maga az áram halad át a testen, mint a diatermiában! A test és az elektromos áramforrás végei közé ugyanis áramszigetelő réteg van közbeiktatva. A páciensnek kezelés közben a ruháját sem kell levetni, a vezetékvégek rendszeren üvegdobozba vannak zárva, de még az üvegnek sem kell a testtel érintkezni. Az átmelegítendő testrészt egyszerűen a vezetékvégek közé állítjuk. A bevezetésben mondottak szerint a vezetékvégek közt, tehát jelen esetben az emberi testben, elektromágneses tér keletkezik, mely minden egyes váltódáskor ellenkezőbe csap át. A térnek ellenkezővé változtatása munkával jár, ami az energia megmaradásának elve szerint mindjárt ott a helyszínen hővé alakul. A térnek egyszeri megváltoztatása igen kis munkába kerül. Az ebből fejlődő hő is természetesen kevés. Épp ezért szükséges a nagyon rövid hullám, mert ez igen nagyszámú váltódást jelent. Érthető, hogy a másodpercenként 300 milliószor keletkező apró hőhatás összegeződve tetemessé válik.

Az elektromágneses hullámok folyton rövidülő skálájában a hullámok végül igen rövidnek lesznek. Hogy az áttekinthetőség rovására ne kelljen a tizedespont után sok nullát írni, új hosszúsági egységeket vezettek be. A milliméter ezredrészének a jele „ $\mu$ “. Neve mikromilliméter, vagy csak egyszerűen mikron. Ennek ezredrésze a millimikron = egy milliomod milliméter, jele  $m \mu$ . (Helytelenül  $\mu\mu/i$ -t is írnak.) A tízmilliomod milliméter neve *Angström*, jele A. A legújabban felfedezett igen rövid hullámok szükségessé tették az X-egység bevezetését, mely az A nek ezredrésze.

3. A hőszugárzás. Visszatérve az elektromágneses hullámok skálájához, látjuk, hogy az egy milliméternél rövidebb sugárzások már hőhatásokat fejtenek ki, ezek a hősugarak. A vöröshöz közelebb álló rövidebb hullámhosszúságú hősugarakat külön névvel infravörösnek, vörös alatti sugárzásnak is nevezik. (Mondják ultravörösnek is.) A hősugarak kb. 0'3 milliméternél kezdődnek és tartanak 9 oktáván\* keresztül, egészen 1 /<-ig, pontosabban 0'8 /t-ig. Ezentúl már a fénysugarak keletkeznek, amelyeknek ugyan szintén van hőhatásuk.

Mint láttuk, a rádióhullámokkal 0'1 milliméterig tudunk eljutni, a hőszugárzás pedig már 0'3-nál kezdődik. A rádiószugárzás tehát határ nélkül

\* Ha hangtani hasonlattal a rezgéhullámok skálájáról beszélünk, megmaradva a hasonlat mellett, oktávát is mondhatunk. *Oktáva* az a rezgésszám, amely egy másikkal duplája, két oktáva a négyszerese, három oktáva a hatszorosa stb. A hullámhosszúság természetesen ennek fordítottja. Az oktáva a hullámhosszúsága felényi, a második oktáváé negyedrészesnyi stb.

megy át a hősugárzásba, sőt egy kis területen egyik a másikat fedi is. A 0.3 milliméteres hullámokat akár rádióadólámpával, akár melegítéssel egyaránt előállíthatjuk.

Ne tévesszük össze a *hősugarakat* magával a *hővel*: a meleggel. A testek melegsége onnan származik, hogy molekulái gyors rezgőmozgást végeznek, ez tehát nem sugár-, hanem anyagi mozgás. Ezt a meleget a test elektromágneses hullám alakjában kisugározza. Ez a sugárzó hő. Minden meleg test bocsát ki hősugarakat. Ezeknek a hullámhosszúsága a hőmérséklettől függ. Kb. 500° hőmérsékleten a sötét hősugarakhoz már fénysugarak is csatlakoznak. Ezen hőmérsékleten minden test vörösizzásba jön. A hőmérséklet emelkedésével az izzás a sárgába, majd a fehérbe megy át. A nap sugárzásában is vannak hősugarak, amint az a nap melegítő hatásából általánosan ismert. A hősugaraknak általában vegyi hatásuk nincsen, vagy alig van. Újabban azonban sikerült fotografiai lemezeket a fénysugarakhoz közelálló vörös alatti sugarak iránt érzékenyvé tenni. Az ilyen felvételen olyan dolgok is előtűnnek, amelyek rendes felvételen nem látszanak. Természetesen a fényképezőlencse elé olyan fényszűrőlemezt kell tenni, amely csak a vörös alatti sugarakat ereszti át, a látható fényt azonban visszatartja. A vörös alatti fényképezéssel a bőrgyógyászati diagnosztikában kísérleteztek (nem sok eredménnyel. Több hasznukat vette a szemészet.) A hősugaraknak a gyógyításban való használata kiterjedt, mert mélyebben (1—2 cm-nyire) behatolnak a bőrbe és ott fejtik ki hatásukat.

Az egyes anyagok a hősugarakat másképp bocsátják át, mint a fénysugarakat, így pl. az ebonit, amely a rendes fényre teljesen átlátszatlan, a vörös alatti sugarak számára átjárható. A rendes fényre átlátszó anyagok közt pedig sok olyan van, mely a vörös alatti sugarakra „átlátszatlan“. A köd is jól bocsátja át a szélső vörös sugarakat. Ködös időben készült vörös alatti tájképfelvételeken a távlat különösen tiszta. Amihez járul az is, hogy a ködösségben a sok szétszórt kék sugár is szerepet játszik, amit a fent említett fényszűrő visszatart, a vörös sugarak azonban alig szóródnak, ennél fogva a távolban kéklő hegyek is tisztán élesen és kontrasztosan tűnnek elő.

4. A fénysugárzás. A szemmel látható fény 0'8 ( $\lambda = 800 \text{ m} = 8000 \text{ \AA}$ ) hullámhosszúságon, vagyis 400 billió rezgésen a vörös színnel kezdődik és a narancs, sárga, zöld és kéken át a felényi, vagyis 400 m  $\mu$  hullámhosszúságú ibolyáig tart. Az összes színek keveréke adja a fehéret. A fehér színt hasábbal színeire lehet bontani. Így származik a színkép (spektrum). Az ibolyán túl a sugárzás láthatatlan. Az egész látható hullámhosszúsági sorozat (spektrum)

tehát csupán egy oktáv. A vörös sugarak még erős hőhatásúak, ez a hatás az ibolya felé általában csökken, viszont ugyanakkor erősödik a vegyi hatás, különösen a kékben, aztán az ibolyában és még erősebb az ibolyántúl.

5. Az ibo yántúli sugárzás. A hullámok rövidülésével fellépnek az ibolyántúli (ultraibolya) sugarak, melyeket újabban a 400 m  $\wedge$ -től kb. 13 m/z-ig sikerült felkutatni. Terjedelmük tehát kb. 5 oktáv. Vegyi hatásuk igen kifejezett. A nap ultraibolya sugarainak rövidebbhullámú részeit a levegő erősen nyeli, ezért az ibolyántúli hatást főleg magas hegyekben érezzük, ahol vékonyabb a felettünk levő levegőréteg. A sugarak hatására a bőr rövidesen megpirosodik, és később megbámul. Magas gleccsereken, ahol ritka a sugarakat elnyelő légkör és sok a visszavert fény, közismert a súlyos bőrsérüléssel járó lesülés és láz. .

Az üveg csak a hosszabb hullámú ibolyántúli sugarakat eresztí át (400—350 m  $p$  közt). Az ibolyántúli sugaraknak tehát ablaküvegen keresztül nincs hatása. Az *uvio-l-üveg* a sugarakat 250 m /z-ig átteresztí. Lényegesen rövidebb hullámhosszúságokat bocsát át a hegyi kristály: a *kvarc*. Az ibolyántúli sugarak fotográfiai színeképének előállítására azért kvarc-hasábokat használunk. A 290 m M-nál rövidebb sugarakat a levegő elnyeli, azért azok a földi napsugárzásban hiányoznak. 100 m  $\wedge$ -nál rövidebb sugarakat már a hegyikristály sem eresztí át, de újabban hasáb nélkül, optikai rácsokkal sikerült az ibolyántúli sugarak színeképét egész 10 m /z-ig követni. Mivel ezeket a sugarakat a levegő sem bocsátja át, a kísérletet levegőtől mentes térben kellett végezni. A kellő rövidhullámú sugarakat fémcsúcsok közti elektromos szikrák szolgáltatják. Ezek a sugarak már közvetlen szomszédai a röntgen-sugárzásnak.

A napsugaraknak az emberi szervezetre leghatásosabb részlete a 313-tól a 296 m /z-ig terjed. Ezek okozzák a bőrfelperzseléseket és az utána következő bőrbarnulást. A sugarakat Dorno, davosi orvosnak a tudományos bioklimatica megalapítójának tiszteletére *Dorno-sugárzásnak* nevezték el.

*Bélák Sándor* szerint a napról a légkörre érkező sugárzás 43%-a vörös alatti, 52%-a látható fény, 5%-a pedig ibolyántúli sugárzás, de a légkör elnyelése következtében a föld színére már csak 1% ibolyántúli sugár jut el. Ezért hatásosabb a napkúra magaslati helyeken. A nap sugárzó felületének hőmérséklete 6000 fok. (A nap belsejének hőmérséklete a csillagászok szerint 50 millió fok körül jár.)

A 290 m M-nál rövidebb hullámú sugarak a napfényből hiányoznak. A *kvarclámpa* fényében azonban ezek is megvannak, azért annak a sugár-

zását megkülönböztetésül röviden kvarcfénynek is nevezik. Néha helytelenül kék fényt is mondanak kvarcfény helyett. A lámpában léghíjas térben elektromosság által izzásba hozott higanygőz világít. A lámpa kvarcfalába vannak beforrasztva az áram bevezetésére szolgáló vezetékvégek (elektródok). A kvarcfal egyrészt azért szükséges, hogy a lámpa a nagy hőmérséklet miatt el ne olvadjon, másrészt azért, hogy az igen rövid hullámhosszúságokat átteressze. A fényforrás elé tett Wood-féle lemezzel, vagy más alkalmas szűrővel a látható sugarakat ki lehet rekeszteni. Így kvarclencsékkel teljesen sötétben ibolyántúli sugarakkal fotografálni is lehet. Gyógyításkor a látható fénysugarakat természetesen nem kell kizárni, mert a hatást nem zavarják.

Érdekes az ibolyántúli sugaraknak *fluoreszcenciát* keltő hatása. A fluoreszcencia azon tünemény, amelynél fogva valamely test más színű (más hullámhosszúságú) sugarat szór szét (bocsát ki), mint amilyen reá esett. A petróleum ibolyántúli sugarakra kéken fluoreszkál, amit a kék csillanásról már közönséges fényben is meglátunk. Olyan szűrő alatt, amely a fényforrás látható fényét visszatartja és csak az ibolyántúlit engedi át, a testek a sötétben is világítanak: fluoreszkálnak és így a láthatatlan sugarakat látható fényre változtatják. A rendes fényben egyforma színű porcellán és csont a sötétben, kvarcfényben más színben világít. Ezáltal pl. a hamis fogakat meg lehet különböztetni a valódiaktól. Mivel igen sok festék és egyéb anyag különböző színekben fluoreszkál, ibolyántúli sugarakkal törvényszéki esetekben bankóhamisításokat és más utánzatokat sokszor fel lehet ismerni.

A kvarclámpa fényében nincs meg mindenféle hullámhosszúság, azért a *színképe nem folytonos*, mint a napsugáré, hanem *vonalas*, azaz egyes egymástól távolabb eső fényvonalakból áll. Hiányzik a „kvarcfényből“ a vörös szín, ezért minden eredetileg piros szín feketének látszik. Innét jön a kvarclámpa által megvilágított arc kísérteties olaj zöld színe.

A gyógyítás céljaira szolgáló kvarclámpa többféle típusban készül. Az ibolyántúli sugárzásban a dús magaslati napfényt akarja pótolni azok számára, akiknek a klimatikus helyeket nincs módjukban felkeresni. A kvarclámpától háttérbe szorult a régebben ultraibolya gyógyításra kizárólag használt igen nehézkes szerkezetű és költséges *Finsen-féle* ívlámpa, melyet csupán külön e célra berendezett intézetekben lehetett alkalmazni.

A *mitogenetikus* sugárzás létezése még nincsen kétségbevonhatatlanul bebizonyítva. Hullámhosszúsága 240 m (U-tól 190-ig terjed. Élő szervezet sejtszélcsapadék ki életműködésük közben. A sugarak a sejteket szaporodásra, sejtosztásra ingerlik. Innét jön a neve (mitosis = sejtosztás). Felfede-



zöjük, *Gurvics*, a hagymagyökéren észlelte először. Az osztódó gyökércsúcs a közelébe helyezett másik gyökér sejtjeinek oszlását sietteti. Megfelelő hullámhosszúságú ibolyántúli gyenge sugárzással egyes szerzőknek valóban sikerült a sejtszaporodást serkenteni. A Gurvics-féle jelenség sugaras természetére abból lehet következtetni, hogy a hatás egyenes irányban terjed, hogy a sugarak útjába állított akadály árnyékot vet, hogy üveglemez a hatást nem ereszti át, a kvarclemesz ellenben átbocsátja. A ráksejtek állítólag sok ilyen sugarat bocsátanak ki, ezzel lenne magyarázható a rákok és egyéb rosszindulatú daganatok gyors növekedése. Hogy a sugárzás valóban létezik, az valószínű, hiszen tudjuk, hogy minden sejt életműködése közben keletkezik valamifajta sugárzás. A sejtekben lefolyó vegyi folyamatok melegeket termelnek, ami kisugárzik, fény is képződhetik, így származik pl. a szentjánosbogár fénye, vagy egyéb biolumineszcencia. Ezek azonban a jelen fejtegetések keretébe nem tartoznak. A mitogenetikus sugárzás különben igen gyenge. Kimutatása elektromos mérőeszközzel nem is lehetséges, hanem csak a sugárzás mellé állított hagymagyökérrel (detector), melyet erősebb fejlődésre serkent. Becslés szerint egy hagymagyökér kisugárzása 100 ezer év alatt szolgáltat annyi energiát, mint egy asztali elektromos lámpa egy perc alatt. Hogy ilyen gyenge sugárzás is hozhat létre számbavehető hatást, azt abból lehet magyarázni, hogy a sugár támadási pontja: a sejtmag, helyesebben a sejtmagban levő oszlóanyag (chromosoma) is parányi tömegű és igen közel fekszik a sugárforráshoz.

6. A röntgensugarak. Az elektromágneses rezgések skálájában továbbhaladva, elérkeztünk az eddig előállított legrövidebb ibolyántúli sugárzásig, melynek hullámhosszúsága 13 m/z, vagyis 130 Å. Ez a sugár már belesik a röntgensugarak területébe. Az eddig előállított leghosszabb hullámú röntgensugár ugyanis 180 Å. Az ibolyántúli és a röntgensugár tehát határ nélkül megy át egymásba, sőt egy kis közös területük is van. A röntgensugarak skálája 180 Å-tól egész a 0'05 Å-ig, sőt még azon túl is tart. A röntgensugarak hullámhosszúsága tehát átlagban több ezerszer kisebb, mint a látható fénysugaraké. Rezgésszámuk ebből folyólag trilliókba megy. A nagyobb hullámhosszúságú (néhány Å-nél hosszabb) sugarakat az orvosi gyakorlatban nem alkalmazzuk. A használatos röntgensugarak terjedelme kb. 7 oktáv.

A röntgensugarakat *röntgenlámpákkal* állítjuk elő. A lámpát a városi váltó-áram-hálózat által táplált transzformátor látja el a szükséges nagyfeszültségű árammal. A nagy teljesítésű transzformátorok az erős szigetelés céljából olajba vannak merítve.

A városi hálózat feszültsége 110, vagy 220 volt. Ezt a transzformátor 20 ezertől 200 ezer voltig terjedő feszültségűre transzformálja. Ilyen feszültség mellett a lámpában keletkezett sugarak hullámhosszúsága 0,5 és 0,05 Å közé esik. A Bucky-féle *határsugarak* hullámhosszúsága 1—2 Å. Ezek nagyon felületes fekvésű bőrbetegségek gyógyításában használatosak. A mélyebben fekvő betegségek terápiájára rövidebb hullámú sugarak szükségesek. Ilyenek létrehozására nagy elektromos feszültségek szükségesek. Egyesek a félmillió Voiton (!) túl is elmentek. Ennek sok értelme nincs, mert egy bizonyos határon túl a sugarak áthatolóképessége már alig fokozódik. A nagyfeszültségű vezetékek érintése, vagy csak túlságos megközelítése is több esetben hála!OS balesetet okozott, azért a korszerű berendezések vezetői és lámpái szigetelőburokkal vannak ellátva, úgyhogy szabadon érintethetők. A különleges szerkezetű vastag szigetelőburok a berendezést nagyon megdrágítja. A modern *Coolidge*-rendszerű röntgenlámpa egy minden eszközzel lehető legerősebben léghijassá tett és leforrasztott tágas üvegcső. A cső egyik végébe van beforrasztva a nagyfeszültségű áram bevezetésére szolgáló *anód*, a másik végébe pedig az áramot elvezető *katód*. A teljesen léghijás tér oly nagy ellenállású, hogy az elektródok közt a legnagyobb feszültség sem képes áramot áthajtani. A átáramoltatás elektronok által történik, melyeket úgy állítunk elő, hogy a lámpa katódját izzítjuk. Ezt azzal érjük el, hogy katód gyanánt egy olyan Wolfram-drótot alkalmazunk, mint amilyen a világításra szolgáló lámpákban van. A Wolfram olvadáspontja 3000 fokon felül van, azért átáramoltatással a megolvadás veszélye nélkül igen magas hőfokra hevíthető. Magas hőfokon izzó testekből elektronok lépnek ki. Az izzításról egy külön áramkör gondoskodik. A kilépő negatív elektromosságú elektronokat az ugyancsak negatív elektromos katód eltaszítja, pozitív elektromosságú anód pedig magához vonzza. így keletkezik a lámpában a *katódsugárzás*, mely elektromos áramot szállít. Ha az izzító áramot fokozzuk, emelkedik az izzószál hőmérséklete, több elektron lép ki, ami több áramot szállít, viszont ha az izzító áramot gyengítjük, kisebbedik a katódsugáráramlás. A röntgenlámpa áramerősségét tehát az izzító áram erősségével lehet szabályozni. A katódsugárzás az anódba ütközve átadja energiáját, amely legnagyobb részt hővé és kis részben röntgensugárzássá alakul át. A katódsugár lefékezésekor az energiának több mint 99%-a meleggé válik és veszendőbe megy, csak egy csekély rész az, amely igen rövid hullámhosszúságú elektromágneses rezgés: röntgensugárzássá alakul. A röntgensugár előállítására tehát nem gazdaságos, mert nagy energiafecséreléssel jár.

A keletkezett röntgensugarak hullámhosszúsága a fékezés gyorsaságától függ. Minél gyorsabb a fékezés, annál rövidebb a röntgensugár hullámhosszúsága. Mivel a katódsugár az anódba ütközve majdnem rögtön megáll, gyorsul a fékezés akkor, ha a katódsugár sebességét fokozzuk. Ezt a lámpa elektródjai (anód és katód) közti feszültség emelésével érjük el. A röntgensugár intenzitását és hullámhosszúságát tehát egymástól függetlenül tudjuk szabályozni. A sugárintenzitás fokozódik, ha az izzító áramot erősítjük, mert akkor több elektron keletkezik, a hullámhosszúság pedig rövidül a feszültség emelésével. A hullámhosszúság ismerete igen fontos, mert ettől függ a sugár áthatolóképessége. A hosszú hullámú, kevésbé áthatoló sugárzást /ágy-nak mondjuk, ellentétben az erősen áthatoló, kis hullámhosszúságú *kemény* sugárzással.

A röntgensugár felfedezésekor, az 1895. év végén, az egész világot bejárt szenzáció, nem a sugarak láthatatlanságában állott, hanem a sugarak áthatolóképességében. Láthatatlan sugárzás addig is sokféle volt ismeretes, pl. a hő, de példátlan volt a mindenben való áthatolás. A felvételek dobozokba zárt kulcsokat, puskacsőben levő töltést és golyót, a kéz csontjait és egyebet ábrázoltak.

Nézzük most a röntgensugár orvosi szempontból fontosabb tulajdonságait. A sugarak terjedési sebessége, mint a többi elektromágneses sugaraké, másodpercenként 300 ezer kilométer. Terjedési irányuk mindig egyenes. Tükrözés módjára sík felületekről nem verődnek vissza. Egyik közegből a másikba haladva, irányukból nem térnek el, mint a fény és a többi sugárzás, mely, mint a fizikából emlékszünk, „ritkább közegből sűrűbbe törik a merőlegeshez“. A röntgensugárral ilyesmi nem történik. A sugár hasábon áthaladva is megtartja irányát és nem bomlik szét színeképre, vagy különböző hullámhosszúságú alkotó részekre.\*

A sugarak *láthatatlanok* és semmiféle érzékszervünkkel sem vehetők észre. Bizonyos anyagokon *fluoreszcenciát* okoznak, vagyis vannak anyagok, melyek akkor, ha röntgensugár esik rájuk, látható fényben világítanak. Ha

• Újabb vizsgálatoknak bonyolult eszközökkel sikerült a sugarakat irányukból eltéríteni, igen ferde beesés mellett sima kristályfelületekről visszaverni és a kristályokban szabályosan sorakozott molekulák közti réseken át interferenciára bírni, ezáltal alapsugárzásaira bontani és így a röntgensugarak teljes színeképet előállítani. Az egyenes iránytól való eltérés a fizikában igen fontos megállapításokra vezetett, de egészében véve oly kicsi, hogy az orvosi gyakorlatban bizvást úgy tekinthetjük, hogy a sugarak irányukat mindig szigorúan megtartják.

tehát az ilyen fluoreszkáló anyagot finom porrá törve, kemény papírra egyenletes rétegben felragasztjuk és a röntgensugarakat a testen keresztül ezekre ejtjük, a röntgensugarak áthatolása érzékelhetővé válik. Ezen alapszik a test *átvilágítása*. A lámpa egy állványon foglal helyet. A lámpa előtt, a lámpa és az orvos közt áll a beteg. Egy szerkezet a fluoreszkáló anyaggal bevont ernyőt tartja a beteg előtt. A röntgensugár a betegen áthaladva az ernyőre esik. Ott, ahol a sugár kevésbé elnyelő anyagon ment át, ott a kép világos, ahova elnyelés miatt kevés sugár jutott, ott az ernyő az elnyelés nagysága szerint fokozatosan sötétebb marad.

Orvosi szempontból nem kevésbé fontos a sugaraknak a *fényképező-lemezre* gyakorolt hatása. A hatás olyan, mint a fénysugaraké. A lemez ott, ahol a sugár érte, sötétkamrában történt előhívás után a ráesett sugármennyiség arányában megsötétedik. így származik a röntgen-negatív, amelyen a sugarakat áteresztő hely fekete, az árnyékok pedig fehérek. Éppen ezért hívjuk negatívnak. A negatívról készült másolatban természetesen éppen úgy, mint átvilágításkor, fordítva, az árnyékok feketék és az átlátszó helyek fehérek.

A fluoreszkálás gyenge. Hogy jól láthassuk, teliesen sötétben, kipihent, sötéthez szokott szemmel kell vizsgálni. A fotografálás azonban teljes világosságon történik. A fényképezőlemezt egy arra a célra készült, fénytől elzárt kazettába tesszük. A beteget a kazettára minden egyéb készülék nélkül egyszerűen ráfektetjük és fölébe állítjuk a röntgenlámpát. A sugarak a testen és a kazettán átmenni és a lemezen árnyékkép keletkezik. A sugarakat kellő ideig engedjük a lemezre hatni, aztán előhívjuk, rendesen fixáljuk, ki-mossuk és megszáritjuk, mint közönséges fényképezéskor.

A röntgensugár minden testen részben átmegy, részben elnyelődik, részben pedig szabálytalanul minden irányban szétszóródik. A *szóródás* olyan forma, mint mikor a vízsugár valami akadályba ütközve szertefecskendez. Nincsen semmi olyan anyag, amely a sugarakat tökéletesen elnyeli, sem olyan, ami gyengítés nélkül átterszi. A látható fény másképp viselkedik. Vannak egyes anyagok, amelyek a látható fényt teljesen elnyelik. Pl. egy fekete papírlap, vagy egy bádoglemez. Nincsen az az erős fény, amely ezen át tudna hatolni. A röntgensugár számára azonban minden anyag csak részben áttersztő, úgy, mint a fény számára a füst, a köd, a tej stb. Olyan anyag sincsen, amelyen a röntgensugár gyengítés nélkül teljesen átmegy. A röntgensugarat még a levegő és víz is nyeli. A víz például olyan erősen, mint az emberi test lágyrészei: izomzat, szív, máj, belek stb. A röntgensugár elnye-

lése függ először a röntgensugár minőségétől (hullámhosszúságától) és másodsor az anyagtól, amelyen keresztülhalad. Minél rövidebb a sugár hullámhosszúsága, annál erősebb az áthatolás. Ez alól nincs kivétel.\* A rendes fény áthatolása nem függ a hullámhosszúságtól, így pl. a vörös fény átmegy a vörös üvegen, de a kék fény nem megy át, pedig az rövidebb hullámhosszúságú. A rövidebb hullámhosszúságú sugár röntgenezésben mindig és mindenütt erősebben halad át.

A sugár áthaladása egyenlő hullámhosszúság mellett az anyagnak csupán háromféle tulajdonságától függ. 1. *a fajsúlytól*, 2. *az atomsúlytól* és 3. *a rétegvastagságtól*. Ezt bővebben a részletes részben tárgyaljuk.

Igen fontos tulajdonsága a röntgensugárnak a levegő *ionosítása*, melyet a terápiában a sugarak mérésére használunk.

7. A gamma sugárzás. Láttuk a radioaktivitás tárgyalásakor, hogy az anyag bizonyos bomlása alkalmával elektromágneses sugárzás keletkezik, amelyet gamma-sugárnak nevezünk. Különböző bomlások gamma-sugaraival nem egyforma hullámhosszúságúak. Relatív hosszabb hullámúak a rádium-B és tórium-B hullámai, ezért ezek *lágys*, kevésbé áthatolók. Gyógyításra azok a gamma-sugarak alkalmasak, amelyek rövidhullámúak, *kemények*, melyen a testbe hatolnak. Ilyen kemény sugárzása van a rádium-C-nek és a tórium-C-nek. Ezeket a sugarakat csak másfél centiméter ólom felezi, tehát 10 cm-es ólomrétegen a sugárzásnak még majdnem egy százaléka keresztül megy. Emberi lágyrészekben centiméterenként csupán 4% energiát veszít. A gamma-sugár különben fizikai szempontból teljesen azonos a röntgensugárral, csupán a hullámhosszúsága kisebb. Egész a 0'004 A-ig terjed. Ezen azonosság következtében a gamma-sugarakat röntgenlámpával is elő lehetne állítani, csak hogy ehhez 3 millió Volt feszültség lenne szükséges.

A gamma-sugarak a levegőt ionosítják: ezzel lehet a rádium mennyiségét anyagvesztés nélkül megmérni. (Mérlegen való méréskor az elszóródott legapróbb mennyiségek is nagy értéket képviselnek.) Bár a fényképezőlemezre úgy hatnak, mint a röntgensugarak, fotografálásra mégsem használhatók, mert erős áthatolásuk folytán a lágyrészen, csonton és egyében majdnem egyformán haladnak keresztül, úgyhogy egymástól jól megkülönböztethető árnyékot nem adnak. Élettani hatásuk is lényegében azonos a röntgensugarakéval.

\* A csupán a fizikusokat érdeklő szelektív absorptiótól eltekintünk.

A frissen előállított rádium eleinte emanációt nem tartalmaz és gamma-sugárzása sincs. A radioaktív bomlások tárgyalásakor mondtak szerint a képződött emanáció néhány hét alatt egyensúlyba jut a rádiummal. Az emanáció tovább bomlik rádium-A-vé, rádium-B-vé, majd C-vé. Az emanáció a rádium-C-vel a gyors bomlás következtében már igen rövid idő alatt egyensúlyba jut. Innét kezdve tehát a rádiumnak állandó gammasugárzása van. A további bomlástermékek már igen lassan bomlanak és gammasugárakat nem szolgáltatnak. Orvosi szempontból nem fontosak. Az átalakulás végterméke az ólom. A rádium-B gammasugárzása lágy, kevésbé áthatoló. A terápiában használatos nagy áthatolóképeségű gamma-sugarak a rádium-C-től származnak.

A terápia másik gammasugárzó anyaga a mezotórium. A mezotóriumot az Auer-féle világító harisnyák készítésére használt tóriummaradékokból állítják elő. 6% év alatt bomlik a felére. Az először keletkező mezotórium-I mezotórium-II-re bomlik, majd tórium-X, tóriumemanció és tórium-A, B, C, C<sup>''</sup> és tórium-D-n át szintén ólommal lesz. Az erősen áthatoló gamma-sugárzást a tórium-C szolgáltatja.

A radioaktív anyagok a föld kerekiségén mindenütt, a földben, vízben, levegőben igen el vannak terjedve, de mindenütt csak nagyon kis mennyiségben fordulnak elő.

Újabban egyes anyagok atomjainak alfa-sugarakkal és főleg neutronokkal való bombázása által sikerült számos mesterséges radioaktív anyagot előállítani. Ezeknek sugárzásai közt még rövidebb hullámhosszúságú gamma-sugarakat is találtak egész 0'01 A-ig. Az előállított mennyiségek azonban oly kicsinyek és a bomlás oly gyors, hogy mesterséges radioaktivitást az orvostudományban eddigelé felhasználni nem lehetett.

8. *A világűrbeli (kozmosz) sugárzás.* A mostanig még kevésbé ismert világűrbeli sugárzást régebben még a gammasugárnál is rövidebb hullámoknak tekintették. Újabban inkább anyagi sugárzást tételeznek fel, amihez igen rövid elektromágneses hullámok is kapcsolódnak. A világűrbeli sugárzást könyvünk egy külön fejezete tárgyalja. A sugarakat az orvostudományban nem alkalmazzák. A sugárzás áthatolóképesége a gamma-sugárénál is sokkal nagyobb. A számítás szerint a föld színén az emberi szervezetet naponta 100 millió ilyen sugár járja át. Némelyek ennek tulajdonítják a megöregedést és az élet időhözköttöttségét, a halált.

9. Babonasugarak. Híresztelik, hogy vannak médiumok, akik a *varázsvesszőt* ért állítólagos sugarakból földalatti forrásokat, fémeket megéreznek.

Valahányszor azonban a varázssvesszős kísérleteket tudományos vizsgálat és ellenőrzés alá vették, mindannyiszor kitűnt, hogy a varázssvesszős médium a földre előzőleg elrejtett fémekre nem bírt ráakadni.

Hasonló megítélés alá esnek a hírlapok hasábjain fejüket mindúntalan felüő *halálsugarak*. Sugarak, amelyek állítólag kilométertávolságokba irányíthatók és háború esetén a közelítő ellenséget megsemmisítik, repülőgépek motorját megállítják. Akadnak olyanok is, akik találmányukat szabadalmaztatni akarják, készülékük leírásával és állatkísérlettel azonban adósok maradnak. Mindez a rajongó képzelet szülötte.

Ide tartoznak az állítólagos *delejes sugarak* is, melyek a delejes médium feltett kezéből kisugározva gyógyítanak (?). Ilyenek a *Zeileiss-sugarak* is. Ezeket a reklámvilágításból eléggé ismert Geissler-csővek sugározzák ki. Gyógyító hatásuk nincs. A javulások (mert azok is előfordulnak) a suggestio számlájára írandók. Sehol sem igazabb Paracelsus régi mondása, mint itt, hogy: mundus vult decipi! A világ kívánja, hogy megcsalják. Nem csoda, ha ezt annyian kizsákmányolják!

## RÉSZLETES RÉSZ

(A különböző sugárzások alkalmazása az orvostudományban.)

### A) GYÓGYÍTÁS ANYAGI SUGÁRZÁSOKKAL

Az orvostudomány az anyagi sugárzások közül csak a radioaktív bomlásból származó *alfa-sugarakat* alkalmazza. Alfa-sugár-források a rádium, a rádiumemanáció (Radon), a tórium-X és a tóriumemanáció (toron). A többi alfa-sugárzást adó elem vagy túlgyorsan bomlik vagy gyenge a sugárzása. A rádiumnak szétesési termékeivel együtt számított összes sugárzása 90%-ban alfa-sugár. (A gyógyításban nem ezeket, hanem a gamma-sugarakat használják.) Magának a rádiumnak az alfa-sugárzásával is próbálkoztak a bőrgyógyászatban. A rádiumsót hajlékony lapra szórták és azon vékony lakkréteggel rögzítették. A lapot vastagabb lakkréteggel nem szabad bevonni, mert azon alfa-sugár nem jut keresztül. Már nagyon vékony réteg is elnyeli az alfa-sugárzás nagy részét. A kezelés kényelmetlen, drága, a lakkból sok rádiumsó is kipereg. Hátránya azonkívül, hogy az alfa-sugár hatása nagyon felszínes; a sugár alig tizedmilliméternyire hatol be a bőrbbe. Ezt a kezelést tehát elhagyták annyival is inkább, mert lényegesen jobb és mélyebbre terjedő hatást értek el lágy röntgensugárzással.

Alfa-sugárzáson alapulnak az *emanációs kúrák*. A rádiumnak magának az alfa-sugárzáson kívül még gyenge beta-sugárzása is van; a rádium- és tónum-emanáció tiszta alfa-sugárzást ad. Ha a rádiumsó hosszabban áll, alfa-sugárzása folyton növekszik, mert a képződött gázalakú emanáció oly kismennyiségű, hogy nem távozik el, hanem a rádiumsóhoz tapadva marad és annak sugárzását erősíti. Rádiumsó vizes oldatában is oldva marad az emanáció. A sugárzás fokozódása addig tart, amíg másodpercenként annyi emanáció keletkezik, mint amennyi ugyanakkor elbomlik. Ekkor beáll a radioaktív egyensúly (körülbelül 5 hét múlva). Ha a rádiumsót vízben oldjuk és a képződött emanációt levegő átbuborékolatás által kiűzzük belőle, az emanáció a levegőbe jut és emanatóriumokban belégzésre használható. Az emanatórium egy kis, legalább 80 köbméteres szoba, melyben az emanációgáz néhány milligramm rádiumból fejlődik. Naponta kétórás üléseket szokás alkalmazni. Az egész kúra néhány hétig tart. Az emanáció nagyon gyorsan bomlik, azért sugárzása a mennyiségéhez képest igen erős. Ezért a gyakorlatban igen kis emanációmennyiségek szerepelnek. Annyi emanációgáz, amennyi 1 egész gramm rádiummal egyensúlyban van, 1 *Curie-egység*. (Súlya csupán 6 ezredrész milligramm.) A Curie-nek az ezredrésze millicurie, ennyi emanáció 1 milligramm rádiummal van egyensúlyban. Mindezek az egységek azonban a gyakorlatban előforduló emanációmennyiségek mérésére még mindig túlságosan nagyok, azért lényegesen kisebb mértékekre van szükség. Ilyen egység az *eman*, mely a Curie-nek tízezer milliommód része. A gyakorlatban leggyakrabban Afache-egységekben (Me) beszélünk, ami literenkint 3'64 emannak felel meg.

*Rádiumfürdőkben* az emanáció a bőrön át nem szívódik fel, itt is a belégzés hatásos. A fürdők vagy természetes radioaktivitásúak vagy mesterségesen teszik őket radioaktívvá emanáció hozzáadásával.

Legerősebb természetes radioaktív víz az Oberschlemmai (kb. 3000 Mache-egység), a Joachimstali bánya vize 2050 Mache, a Brambachi Wettin-forrás 2270 Mache, a Joachimstali ivóforrás 600 Mache, a Badeni Büttquelle kb. 100 Mache-egység (Me) erejű. Ez utóbbi nemcsak ivókúrára szolgál, hanem egy emanatóriumot is táplál. A Gasteini vizek kb. 150 Me erejűek. A Karlsbadi Mühlbrunnen 30 Me. A radioaktivitás magyarázza azt a rádium felfedezése előtt érthetetlen tényt, hogy némely forrásvíz gyógyító hatásának bizonyult mindamellett, hogy semmiféle vegyileg kimutatható hatásos anyagot nem tartalmaz. (Gastein.) Valami igen csekély radioaktivitás különben minden forrásvízben van.



Az ivókúrát a forrásnál a helyszínen kell végezni, mert a házhoz szállított vízben oldott emanáció a víz palackozása közben a rázkódás miatt nagyrészt kiszabadul, az pedig, ami a vízben marad, rövid idő alatt elbomlik. Vannak forgalomban állandó erejű emanációs vizet tartalmazó beforrasztott üvegampullák is. Ezekben nem egyszerűen emanáció, hanem valami kevés rádiumsó oldata van. Ebből az elpusztult emanáció újra fejlődik. Tartalmuk 1—2 ezredmilligramm rádium. (Ennek értéke 15—30 fillér.) Egy ezredmilligramm rádium kb. 3000 Me-nyi aktivitást kölcsönöz a víznek.

A lelkiismeretlen kuruzslás drága pénzért minduntalan piacra dob újságokban hangzatosan hirdetett rádiumkészítményeket. Soknak hivatalos bizonyítványa is van a készítmény valóságos rádiumtartalmáról, ami legfeljebb egy-két ezredmilligramm, tehát csak néhány fillér értékű. A hirdető rák- és egyéb halálos betegség gyógyulását, öregek megfiatalítását, a hanyatlott életerő visszaszerzését ígéri. (Ezzel mindig lehet vevőt fogni!) A közönséget megtéveszti a rádiumtartalom. Ilyen készítményekkel való kezelés hatástalan. A csekély rádiummennyiség állandó emanációs hatása számba sem jöhet. A rákoknak és egyéb betegségeknek gyógyítása pedig nem alfa-, hanem gammasugárral történik, ehhez azonban, mint később látni fogjuk, 50 ezerszer és többször ilyen erős készítmények szükségesek. Nagy károkat okoz ez a kuruzslás azért is, hogy a betegeket a hatásos és előrelátó orvosi kezeléstől elvonja, vagy éppen elmulasztatja a beteggel az idején való operatív beavatkozást.

Használják az emanációs kúrát bőr alá fecskendezés és rádiumos *borogatások* alakjában is. Az adagolás itt is olyan, mint a többi emanációs kezeléseknél.

Emanációs kúrákban a fehérvérsejtek száma csökken. A szétesett fehérvérsejtek törmeléke ingerhatást gyakorol a szervezetre. Erős a hatás a vérképző szervekre, csontvelőre, lépére, nyirokcsomókra. A magas vérnyomás csökkenik. A köszvényt okozó urátsók kiürülése fokozódik. Ennek megfelelőleg az emanációs kúrát az egész szervezetet erősítő, működését áthangoló, az ellenállóképességét fokozó, a vérkeringést előmozdító hatása miatt használják. Alkalmazzák véredényelmeszesedés esetén és köszvényben, rheumában, ízületi bajokban és a vér kóros elváltozásaiban is. A fehérvérűség gyógyításában a megszorított fehérvérsejtek elpusztításával hasznosan támogatja a röntgensugaras gyógyítást. Itt erősebb hatás szükséges, azért célszerű tórium-X-et használni, az általános részben elmondottak szerint.

## **B) GYÓGYÍTÁS ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOKKAL**

1. A szikratávíró hullámait és a hosszú rádióhullámokat az orvostudomány nem használja.

2. A középhosszúságú rádióhullámoknak megfelelő 600-tól 200 méterig terjedő hullámok a mélyben fekvő testrészek átmelegítésére *diatermiára* használatosak. Említettük, hogy a hő melegvezetés által nem hatol be a test mélyébe, mert a szervezet nagyon rossz hővezető. Az elektromosság azonban igen gyors váltódású áram alakjában kár nélkül bevezethető, mert a gyors váltódás következtében az áramnak egyéb élettani hatása nincsen, minthogy a szövetek ellenállását legyőzve meleggé alakul. Vegyi hatás egyáltalán nem keletkezik. A váltódások másodpercenkénti száma %— $V/2$  millió. A feszültség 1000 Volt körüli. Az áramerősség néhány tized Ampére-től 1—2 Ampére-ig terjed. Megjegyzendő, hogy nem az áramváltódás által a vezeték körül a térben képződött elektromágneses hullámok mennek át a testen, hanem maga az elektromos áram. A diatermia tehát nem tartozik a szokásos értelemben vett sugárzásokkal való gyógyításhoz.

A kezelésre szoruló testrészt le kell mezteleníteni és úgy fektetni rá az áramot bevezető fémlapokat.

A készülék maga egy kis szekrényben elhelyezett transzformátor. Ennek a vezetékébe van beiktatva egy a frekvenciát meghatározó rezgő kör. Abban van egy szikraköz, mely gondoskodik az áramváltódások szaporaságáról. A hőkéjlődés ott a legerősebb, ahol legnagyobb az áramsűrűség és ahol legnagyobb az ellenállás. Az áram t. i. ott végzi a legnagyobb munkát. Ez a munka alakul át hővé.

A hőhatás által különösen a véredényekben áll be változás. A véredények tágulnak, a vérkeringés élénkül, az anyagcsere fokozódik. Nagy területek átmelegítésekor az egész szervezetben általános tünetek keletkeznek, az érverés és légzés száma szaporodik. A szervezet a meleget izzadással igyekszik kiadni.

A lágyrészeket túlságosan (40 fokon felül) felmelegíteni nem szabad, mert különben a fehérjék megalvadnak, ami mélyreható elégetést jelent. Ezt a legjobban ellenőrzi a bőr, mely a meleget legjobban érzi. Túlmelegítést a bőrfájdalom jelzi.

Szembetűnő a fájdalomcsökkentő hatás, ami különösen idegszabákban, csúzban, köszvényben, idült ízületi gyulladásokban eredményes. Olyan fertőzéses betegségekben is kiváló hatású a diatermia, amelyeket a hő iránt igen érzékeny baktériumok okoznak. Így pl. gonococcus 41 foknál magasabb hőmérsékleten elpusztul. Igen fontos ez olyankor, ha a baktérium helyi kezelésre hozzá nem férhető helyen székel. Pl. a petefészekben vagy a kürtben.

A fokozott vérbőség a gyulladásoz folyamatokat fokozza, azért heveny gyulladásoz betegségekben a diatermia rosszhatású.

Ha az áramot bevezető egyik felület egy nagy fémlap, a másik pedig egy vékony késpenge, akkor a késpengénél összesűrűsödik az az egész áram, «ami a nagy fémlapon át a testbe jutott. Ezáltal a penge alatt akkora meleg fejlődik, hogy a fehérje megalvad. Ilyen késsel a szöveteket szét lehet választani, szét lehet vágni. Ez az ú. n. *hideg égető* (hideg kauter). A kés vág anélkül, hogy a metszési felület vérezne! A hideg kauter kíméletesebb, mint az izzó platinával (thermocauterrel) való égetés, mert annak magas hőfoka a környezetet is perzseli.

3. Az ultrarövidhullámú kezelés a diatermiának egyik neme. Az áramváltódások száma másodpercenként 20—150 millió. Ennek megfelelően a hullámhosszúság 15—3 méter. Az ultrarövidhullámú kezelésben nem az elektromos áram, hanem csupán az áramokozta elektromos mező szaporán váltakozó eltolódásai (az eltolódási áramok) mennek át a testen. Az igen szapora váltódás azért szükséges, mert egy-egy váltódás által kifejtett hőmennyiség igen kevés. Ahhoz, hogy összegében számbavehető hatást hozzon létre, sok milliószor kell ismétlődnie. Mivel nem maga az áram megy át, hanem csak az elektromos mező, azért a testbe vezetésre nem szükséges jól vezető érintkezés, a testrészt nem kell lemezteleníteni. A beteg rendes ruhájában ül vagy fekszik az árammal összeköttetésben levő fémlapok közt. A fémlapok üvegdobozokban elszigetelten vannak elhelyezve. Még az üveglapokat is bizonyos távolságban kell tartani a testtől. Az elektromos mező természetesen a szigetelón átmegy. (Azért nevezik a szigetelőt dielektrikumnak is. A szigetelő nem a mezőt, hanem az elektromos áramot tartja vissza.) Az átmelegedés tehát nem függ attól, hogy mekkora a test elektromos ellenállása. Ennek következtében a sugárzás a különböző ellenállású testrészeket át majdnem egyenes vonalban terjed a mélybe.

Nem minden melegszik egyformán. Ha vízben olajemulziót készítünk és azt ultrarövid hullámmal átmelegítjük, az olaj és a víz különbözőképpen melegsznek. A folyadékba mártott hőmérő az olaj- és vízelegy középhőmérsékletét mutatja. Amikor ez még csak 50—80 fok, a víz már buzogva forr, tehát már 100 fokra átmelegedett. Egy akváriumban úszkáló halak ultrarövid hullámokra már túlmelegedés következtében elpusztulnak akkor, amikor a hőmérséklet még kimutathatóan nem is emelkedett. A testek ezen szelektív átmelegedése a hullámhosszúságtól is függ. Különböző sejtek más-más hullámhosszúságra melegsznek erősebben. így megvan a lehetősége annak,

hogy helyesen választott hullámhosszúsággal bizonyos fajta sejteket befolyásoljunk, pl. ráksejteket. (A hullámhosszúság a készüléken változtatható.) A kísérletek ezirányban folynak, de még eddigelé eredményre nem vezettek.

A hatás sok tekintetben különbözik a hosszabbhullámú diatermiától. Rendes diatermiával gyulladásban levő szerveket átáramoltatni nem szabad, mert a fokozott vérkeringés a lobos folyamatot fokozza. A szélső rövidhullámú kezelés magát a lobos folyamatot is sokszor kedvezően befolyásolja, így furunculus, carbunculus, mellüri gennyedés, gennyes körömméreg (panaritium), orrmelléküreggennyedés stb., stb. gyógyulnak a kezeléstől. E mellett úgy, mint a rendes diatermiát lehet használni rheumák, neuralgiás fájdalomok és egyébek ellen is. A szélső rövidhullámú kezelést az orvostudomány összes ágában használják.

Fokozott átmelegítéssel az egész test hőmérsékletét is lehet emelni. Tudvalevő, hogy az utóbbi években paralysis progressiva ellen sokszor eredményesen használják a *lázterápiát*. Váltólázat oltanak a betegbe (Wagner-Jauregg). A beoltás azonban *betegséget* okoz, mely a szervezetre nem teljesen közömbös. Biztosabb a szervezetnek betegség nélkül, szélső rövid hullámokkal való átmelegítése.

A diatermia és a szélső rövidhullámú kezelés a régebben általánosan használt Tesla-áramokkal dolgozó *d'Arsonvalisatiót* kiszorította a gyakorlatból. A Tesla-áramok a diatermiához hasonló nagy szaporaságúak, csak hogy lényegesen nagyobb feszültségűek, áramerősségük azonban igen kicsi. A nagy feszültség miatt ugyan hosszú szikrák keletkezhetnek, melyeknek az élettani hatása azonban a csekély áramerősség folytán kevés. Sűrű párnátokban a bőrre bocsátott szikrák (effluvium) tekintetbe véve még a fentebb, az áram szaporaságáról mondottakat is, a bőrön más hatást, mint gyenge pirosságot nem fejtenek ki. Hasonlóképp feledésbe ment a Tesla-áramokkal való autoconductio és egyéb kezelés is.

4. A hővel való gyógyítás ősrégi. A gyógyításra azonban rendszeresen nem a sugárzó hőt használták, hanem a sugárzás nélküli melegvezetést. A fent tárgyalt diatermia is a felmelegítéssel gyógyít. Melegvezetéssel való gyógyításkor a testrészel közvetlen érintkezésbe hoznak valami meleg testet. Ilyen kezelések a meleg csomagolások, a forró öblítések, meleg fürdők, hőlégfürdők, forró iszapgöngyölések.

Ettől szigorúan meg kell különböztetni a *sugárzó* hőt. A napsugár energiájának a föld felszínén több mint fele hősugár. A hősugarak mélyebbre

hatolnak a bőrbe, mint a fénysugarak. Felmelegedésre az erek kitágulnak, a szöveteknek vérrel ellátása fokozódik, az anyagcsere élénkül. Mindez a fénysugarak hatásához hozzáadódik és fokozza a mély hatást. A napfényhez kevert hősugaraknak káros hatásuk is lehet, ezek okozzák a *hőgutát* és *napszúrást*. A hőguta létrejöttének a magyarázata a következő: Minden test, hőmérsékletének arányában, meleget sugároz ki. A hidegség viszonylagos fogalom. Hideg az a test, amelyben kevesebb a meleg, mint egy összehasonlítással vett másikban. Így tehát a fagyáspont alatti hőmérsékletű testek is sugároznak hőt, csak hogy kevesebbet, mint a melegebbek. Ha több a kisugárzott meleg, mint a kívülről felvett sugárzás, akkor a sugárzó test lehűl, ellenkező esetben pedig felmelegszik. Az emberi test is ily folytonos hőcserélődésben áll a környezettel. A 37 fokos emberi test rendszeren melegebb, mint a környezet, tehát többet sugároz ki, mint amennyit a környezettől sugárzás által kap. A veszteséget a szervezet a benne lefolyó oxidációk melegéből pótolja. Melegebb környezetben a szervezet hőszabályozó központja a felmelegedést az izzadás megindításával ellensúlyozza. A meleget nem az izzadás folyamata maga, hanem az izzadás elpárolgása csökkenti. Egy gramm víz (20 csepp) párolgása annyi meleget von el, amennyi kb. fél-liter víz hőfokát képes egy fokkal emelni. Az izzadás párolgásakor tehát a testbe jutott meleg nem a test hőmérsékletét emeli, hanem az izzadság gőzzé alakításának munkájává válik és így mint meleg eltűnik. A párolgást nagyban elősegíti a levegő mozgása. Szélsőségesen meleg, szélcsendes napokon, kedvezőtlen körülmények közt megtörténhetik, hogy a test az izzadság elpárologtatásával sem tudja leadni a környezet sugárzása által belejuttatott meleget. A szervezet ilyenkor hiába fokozza az izzadást, annak nagyrésze lecsepeg és így a hőelvonásban nem érvényesül. Különösen áll ez akkor, mikor a párolgást vastagabb ruházat gátolja és főleg, ha a szervezet maga is fokozottan termel meleget, pl. munkavégzéskor, katonák menetelése alkalmával stb. Ilyenkor a meleg a szervezetben megtorlódik, a test hőmérséklete 37°-ról felszökik. Hirtelen ájulás következik be. Ehhez szívgyengeség, görcsök, hányás társulnak. Súlyos esetekben bekövetkezik a halál is. Ez a hőguta.

Napszúrásnak nevezik azokat az eseteket, melyekben a napsugarak a fedetlen fejet, de különösen a tarkót érik és melegítik. A hősugarak több centiméter mélyre behatolnak a testbe, azért napszúrásban a gerincvelő hősérülését okolják. Újabban kimutatták, hogy a sugárbehatás egyedül nem okoz általános testhőemelkedést, azért a napszúrás és a hőguta közt nem

tesznek szigorú különbséget. A halál oka mind a két esetben a szervezetben létrejött hőtorlódás.

Tiszta sugárzó hőhatású a helytelenül *villamos fénykezelésnek* nevezett eljárás. Eszköze egy szekrény, amelyben belül elektromos izzólámpák vannak. Az alul nyitott szekrényt a fekvő beteg kezelésre szoruló végtagjára vagy törzsére helyezik. Van olyan szekrény is, amelyben a beteg egész testével benne ül, csak a feje van kint. Idült lobos folyamatokban, fájdalmakban és egyéb betegségekben használják. Csak a hőhatás érvényesül.

A vörösalatti sugár, mint az általános részben mondtuk, átlátszatlan, ködös közege is átmegy. A bőrbe is mélyebbre hatol be. A vörösalatti sugárázással fényképezés a bőrgyógyászatban egyelőre nem váltotta be a hozzáfűzött vérmes reményeket, a szemészeti diagnosztikában azonban hasznosnak bizonyult, amennyiben átlátszatlan szaruhártyahomályokon át is sikerült a szivárványhártya vagy a szemfenék vizsgálatát fényképfelvételekkel lehetővé tenni.

5. A napfény. A leghatalmasabb fényforrás a nap. Felületének hőmérséklete  $6000^{\circ}$ . Szélesskálájú sugárzása ott kezdődik, ahol a rádióhullámok végződnek. Hullámai a milliméter törtrészeitől egészen  $200\text{ m}^{\wedge}$ -ig terjednek, (m /i = milliomod milliméter.) E szerint felölelik az egész hősugárzást, a vörösön inneni sugárzást, a fényt és az ibolyántúli sugárzás nagy részét. A gyógyítás szempontjából leghatásosabb az ibolyántúli sugárzás, a hatáshoz azonban hozzájárul a látható fény és a hősugárzás is. így pl. az angolkór ellen hatásos D-vitamin az ibolyántúli sugárzás hatására az ergosterinből keletkezik, de képződése meggyorsul, ha az ibolyántúli sugárzáshoz hősugárzás is társul. A légkörön kívüli napsugárzás legnagyobb fényereje a  $480\text{ m}^{\wedge}$  (J. hullámhosszúságban, tehát a kékben van. A földre azonban a sugarak nem jutnak el változatlanul. A sugarak nagyrészt a levegő és különösen a levegőben mindig úszó finom por elnyeli és szétszórja. Az ibolyántúli sugárzás rövidebb hullámai a többi sugaraknál erősebben nyelődnek, ennek következtében magaslati helyen, mivel vékonyabb és ritkább, a légkör absorbeáló rétege, sokkal több az ibolyántúli sugárzás. A szóródás annál erősebb, minél rövidebb a hullámhosszúság. A rövid hullámhosszúságú ibolyántúli és a kék sugárzás erősebben szóródik. Ez a másik oka annak, hogy az ibolyántúli sugár a levegő áthatolása közben megfogy. A sok szétszórt kék sugár a szemünkbe jut, azért látjuk kéknek az eget. A légkörön kívül a vakítóan kék napkorong mellett az eget feketének látnánk. Ilyen összetételű fényben szerves élet nem volna lehetséges. A napsugár

csak a légkörben megszűrés után válik az élet fenntartójává. A levegő első-sorban a rövidebb hullámhosszúságú sugarakat szűri ki, azért a föld színén a sugarak összetétele megváltozik.

A közvetlen napvilágosság az *állati élet* fenntartásához nem okvetlenül szükséges. Látjuk ezt bányalovakon, melyek egész életüket a napvilágtól elzárva töltik. Általános megglepetésre a sarkvidéki féléves éjszakában áttelelt expedíció tagjainak a vérében sem találtak változást.

Mindamellett napfény nélkül mégsem lehetne élet, mert ha az állat-országnak magának a sugarak közvetlen hatására nincs is múlhatatlan szükség, de nem élhet meg növényi táplálék nélkül. Növény pedig fény hiányában nem fejlődhet. A növények a levegő szénsavából csakis a fény hatására tudják a szén kiválasztva szerves vegyületekké átalakítani és ezáltal az állatvilágnak táplálékot szolgáltatni. A sötétben lefolyó állati élet, ha lehetséges is, mégis a világosan folyóhoz képest csak tengődés. Meglátszik ez a fényszűkében élő pincelakók satnya, görvélyes, angolkóros gyermekein. Természetesen ehhez a közegészség egyéb követelményeinek elhanyagolása is hozzájárul, valamint hogy a napsugár hatását is élénken támogatja a jó levegőn való tartózkodás, üdítő testmozgás, egészséges szórakozások, észszerű sport stb. Mindezeket éghajlati gyógyító helyeken ki is használják.

Az általános részben mondottak szerint a fény élettani hatásait főleg a *Dorno-sugarak* okozzák. Hullámhosszúságuk 313-tól 296 m /<-ig terjed. Ezeknek tulajdonítható a bőrpírosság és a bőrbarnulás. A levegő erősebb sugárelnyelése következtében ezek nagyobb mennyiségben főleg magaslati helyeken találhatóak. Tengerparton a portól mentes levegő az ibolyántúli sugarakat ugyan kevésbé tartja vissza, mint a zsúfoltan lakott poros helyek levegője, ezért gyógyító hatású, de a gyógyító hatás másban nyilvánul, mint a magaslati helyeken. Itt főleg a páradús, sós levegő, az egyöntetű, meleg hőmérséklet, a fürdőzés, a földetlen testtel levegőn tartózkodás játsszák a főszerepet (thalasso-therapia).

A rendszeresen keresztülvitt tulajdonképeni napsugaras gyógyítást (heliotherapia) a múlt század hatvanas éveiben a nem orvos *Rickli* kezdte meg Veldesben. Az ibolyántúli sugárzás értékét azonban csak a múlt század végén a dán *Finsen* ismerte fel teljességében. A századforduló évében *Bernhard* nyitotta meg napsugaras gyógyítóintézetét a svájci magas hegyekben (St. Moritzban). Ezt három év múlva követte *Rollier* intézete ugyancsak a svájci hegyekben, *Leysinben*. Itt különösen híressé váltak az előrehaladt csonttuberkulózis gyógyult esetei. A betegek lassú hozzászoktatás után

egész nap a napon fekszenek. Ha gipszkötésben vannak, a napsugár szabad hozzáférése a kötésen a beteg rész fölött ablakokat vágnak. Később a beteg orvosi felügyelet mellett lehetőleg fedetlen testtel fokozatosan téli sportokban vesz részt. Végül megizmosodva, feketére sülve, gyógyultan hagyja el az intézetet.

A közvetlen napsugár a hegyekben erősen melegít. Nagy az „insolatio“. Árnyékban  $20^{\circ}$  lehet nulla alatt, a napfényben mégis  $+20^{\circ}$ -ra és magasabbra emelkedik a hőmérséklet, úgyhogy a kávéház napsütötte terraszán a közönség kis kabátban ül. A hó a napsütésben nem olvad, mert tiszta fehér és így a ráeső sugarakból nem nyel el semmit, hanem azokat visszaveri. (Éppen azért fehérszínű.) Általában itt is, mint mindenhol, hatás csak annak az energiának az árán keletkezhet, amit az az anyag elnyelt. Az energia elnyelt része alakul át más energiává, így az emberi testben hővé, elektromossággá, vegyi energiává. Ezek okozzák az élettani hatást. Erősebb napsugárzás után néhány órai lappangási időszak múlva lassankint pirosság, duzzanat, lobos tünetek és ha erősebb volt a behatás, felhólyagosodás származik. A gyulladás 24—30 óra alatt éri el tetőpontját. A hólyagok felpattanva legkésőbb három nap alatt gyógyulnak. A heves tünetek lezajlásával a bőr sötétén színeződik, megbarhul. A festékanyag a bőr felszínes rétegeiben képződik, ezért a későbbi besugárzások alkalmával a fényt a felületes réteg elnyeli és így a mélyebb rétegeket a behatástól megvédi. A bőrben a lobosodás folytán szétesett sejttörmelékek a vérkeringésbe jutnak és távoli általános hatásokat okoznak (rosszullét, láz, deliriumok). A napfürdőben ruhátlan testfelülettel való tartózkodás, különösen az első időben, nagy óvatosságot igényel. Bőrmegégetések alkalmával az általános hatás nem attól függ, hogy milyen fokú a megégetés (pirosság-e vagy kisebesedés), hanem attól, hogy milyen nagy a megégetett testfelület. Csecsemőkön a testfelület egyharmadának megégetése, hacsak enyhe pirosság alakjában jelentkezik is, halálos. Felnőtteknek is komoly életveszedetmet jelent az egyharmadrésznél nagyobb bőrfelszín megégetése.

Mikor a bőr már kissé megbámult, nehéz a pirosságot meglátni, mert a bámulás elfedi. Ilyenkor úgy ismerjük fel, hogy ujjunk hegyét a bőr felületén enyhe nyomással végighúzzuk. Ha ekkor az ujj nyomán világosabb csík marad, az annak a jele, hogy ott vérbőség volt, amit az ujj nyomása kiszorított, tehát ekkor a napozást abba kell hagynunk. A napozás eleinte ne tartson tovább 10 percnél. Később, amint a bőr megbámult, fokozatosan tovább tarthat. A közvetlen napfény általános hatása zsongító, a vérkeringést élén-



kító, az anyagcserét fokozó, az egész test ellenállóképességét emelő. A leromlott beteg meghízik, közérzete javul, izomereje visszatér, a vörösvérsejtek és a haemoglobin megszorodnak. A magaslati napfény jóhatású mindenféle gümőkórban, csont-, mirigy-, ízületi tuberkulózisban, Basedow-betegségben és általában minden oly esetben, amelyben a test ellenállóképességét emelni és a szervezet csökkent anyagcseréjét fokozni kell.

Az ibolyántúli sugárzásnak kifejezett baktériumölő tulajdonságai is vannak. A napra kitergetett ruha- és ágynemű hosszabb besugárzásra csírátlanná válik. Mesterséges ibolyántúli sugárzással ivóvizet lehet csírátlantani. A baktériumölő tulajdonság azonban betegségek gyógyításában nem érvényesül.

6. Mesterséges fényforrások. A napsugárzásnak hátránya, hogy nem mindenütt és nem mindenkor áll rendelkezésre. A magaslati gyógyító helyen tartózkodást sem mindenkinek az anyagi viszonyai bírják meg. Ezen a hátrányon akarnak segíteni a mesterséges fényforrások.

Az első ibolyántúli sugárzásban gazdag mesterséges fényforrást a modern fényterápia megalapítója, *Finsen* szerkesztette 1893-ban. Ő hívta fel a figyelmet az ibolyántúli sugárzás nagy fontosságára. Finsen fényforrása egy igen nagy, egész 100 Ampére-ig terjedő áramerőre berendezett szénrudas ívlámpa. Az ív fényét négy tágasabb, egyenes cső négyfelé vezeti a kezelő helyekhez. Így egyszerre négy beteget lehet kezelni. Az ív hőmérséklete 4000°. A csőben víz kering, mely a sugárzást a hősugaraktól megfosztja, az ibolyántúli sugárzást ellenben átterszi. A cső szűkebb alsó részén kvarclencse az ibolyántúli sugárzást egy kis helyre gyűjti. A cső alsó nyílását egy kvarcablak zárja el. Ezzel nyomást lehet gyakorolni a kezelt testfelületre. A nyomásnak kétféle hatása is van. Először kiszorítja a vért, ami az ibolyántúli sugarakat erősen nyeli és másodsor vékonyítja a beteg gócot fedő szövetréteget és ezzel a mélyrehatást fokozza. A víz és a kvarc az ibolyántúli sugarakat átterszi. Finsen eddig nem látott fényes eredményeket ért el különösen bőrtuberkulózis esetekben. (Bőrfarkas.)

A Finsen-lámpa fényének összetétele nagyon hasonlít a napsugáréhoz. Az ív színe folytonos, azaz a sugárzásban előforduló legnagyobb és legkisebb hullámhosszúság közt átmenetesen mindenféle hosszúság megvan.

Hátránya a Finsen-kezelésnek, hogy nagyon költséges, csakis államilag támogatott intézetekben vihető keresztül. Az egyes ülések is igen soká tartanak. Nagyobb területeket nem lehet egyszerre besugározni, hanem azokat

kis részekre felosztva külön-külön, egymás után kell kezelésbe venni, ami az eljárást igen hosszadalmassá teszi. Ezért az ezekkel a hátrányokkal nem bíró higanygőz-, vagy más néven kvarclámpa, lassankint kiszorította a használatból.

A *higanygőzlámpa* színeképe nem folytonos, hanem vonalas. Ez azt jelenti, hogy nincs meg benne minden hullámhosszúság, hanem csak egyesek. Az izzó higanygőz fényéből hiányzik a vörös, a többi színek és az ibolyántúli sugárzás is csak egyes keskeny csíkok, vonalak alakjában vannak meg benne. A higanygőz hőmérséklete elérheti a  $7000^{\circ}$ -ot is. Ennek megfelelően igen sok, rövid ibolyántúli sugárzása van. A lámpa fénye az ibolyántúli hatásokat kiváltó Dorno-sugárzásban gazdag.

A *Kromayer-féle lámpa* égője egy fémdobozba van zárva, melyben a hősugarak kiküszöbölésére hűtő víz kering. A sugarak egy kvarcablakon jönnek ki. A lámpa főleg közeli besugárzásra való. A kvarcablakkal nyomást is lehet gyakorolni a bőrre, mint a Finsen-lámpával.

A Bach-féle mesterséges *magaslati napfénylámpa* kvarcégője nincsen vízzel hűtve, hanem szabadon van elhelyezve egy félgömb alakú tükröző fémsisakban, mely a széttérő sugarakat egy irányba előre veti. A kvarcégő két végén egy-egy fémből készült bordás hűtő van. V2—IV2 méter távolságból alkalmazzák, tehát nagy területek bevilágítására való. Nem a Finsen-lámpát akarja utánozni, hanem, amint a neve is mondja, a magaslati helyen való napsugárzást.

A *Jesioneck-féle lámpa* olyan, mint a Bach-féle, csak hogy nagyobb, fénye erősebb, a lámpa mögötti fémtükör a fényt széjjelebb veti és több lámpa felállítással egyszerre több beteg sétálhat fedetlen testtel a fényözönben.

Nem célunk a sokféle ibolyántúli sugárzású lámpát mind felsorolni, csak még a nagy fényerejű, izzó wolframszálú lámpákat említjük, amilyenek a *vitalux* és mások. A wolframfémet  $3000^{\circ}$ -on túl nem lehet felmelegíteni, mert elolvad. Az ibolyántúli sugárzás pedig kiadós mennyiségben csak  $4000^{\circ}$ -on és azon túl képződik, azért ezekkel a lámpákkal nem lehet igen számbavehető ibolyántúli hatásokat elérni, még akkor sem, ha a lámpa ibolyántúli sugarakat elnyelő üvegekörtéjét sugárátbocsátó uviolüvegből készítjük.

## A RÖNTGENSUGARAK SZEREPE AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN.

A röntgensugarakat az orvostudomány a betegségek felismerésére és gyógyítására használja. A röntgenezés mindkét esetben egyaránt fontos.

Röntgendiagnosztika. A röntgensugarak felfedezésének idejében az általános elragadtatás a betegágy melletti addigi diagnosztikát már-már feleslegesnek látta. Azt remélték, hogy a sugarakkal bele fogunk látni a szervezetbe és a betegségeket közvetlen megtekintéssel felismerjük. Ez a vérmes remény nem teljesedett be. Egyrészt azért, mert a röntgensugarak sem szemünkkel, sem más érzékszervünkkel nem vehetők észre, másrészt azért, mert a sugarak minden anyagban irányváltás nélkül mennek át, tehát lencse módjára nem gyűjthetők és így velük sem szemünkben, sem fotografáló lemezen képet előállítani nem lehet. Hogy a sugarakat mégis a diagnosztika szolgálatába állíthassuk, meg kellett elégedni azzal a képpel, amelyet ilyen sugár adhat: az árnyékképpel. Szemmel látható árnyékképet a röntgensugárral kétféle módon kaphatunk. Először úgy, hogy a testen keresztül juttatott sugarakat világító, fluoreszkáló ernyőre ejtjük és azt sötétben közvetlen szemléljük, ez a *röntgenátvilágítás*, és másodsor úgy, hogy az átment sugarakat fotografáló lemezen fogjuk fel és aztán előhívjuk. Ez a *röntgenfelvétel*.

A röntgenárnyékon megkülönböztetjük az árnyék mélységét (sötét-ségét) és az árnyék körvonalait (kontúrját).

Az *árnyék mélysége* annál nagyobb, minél több röntgensugár nyelődött el a testben átsugárzáskor. Az elnyelődés függ először a sugár áthatolóképességétől és másodsor a test faj súlyától, atomsúlyától és rétegvastagságától.

Amely anyagnak egyébként azonos körülmények közt kétszer akkora a faj súlya, az a sugarakat kétszer olyan erősen nyeli. Az atomsúly növekedésével\* a sugárelnyelés hatványosan fokozódik, úgyhogy pl. a mész, melynek atomsúlya majdnem háromszor akkora, mint az emberi test lágyrészeinek a közepes atomsúlya, kb. nyolcvanszor erősebben nyeli a sugarakat, mint a lágyrészek. Ezért látszik röntgenképen oly jól a mész tartalmú csont.

\* Helyesebben nem az atomsúlyt kellene mondani, hanem az atomszámot. Az atomszám megmondja, hogy hány szabad proton van valamely anyag atomjának a magjában. (Lásd: Radioaktivitás.) Az elnyelés az atomszámmal pontosan megadható számbeli viszonyban van (az atomszám negyedik hatványával arányos). Az atomsúllyal való viszony kevésbé szabályosan emelkedik s azért nem foglalható képletbe.

Az átsugárzott rétegvastagságnak a befolyása a sugárelnyelésre abban áll, hogy egyenlő vastag rétegek a beléjük kerülő sugármennyiségből egyenlő százalékot nyelnek el. Ez a szabály első pillanatra teljesen egyszerűnek és minden következményében érthetőnek látszik. Bővebb meggondolás azonban nem várt eredményekre vezet. Ha ugyanis a sugár egy bizonyos rétegvastagságon átment, a második ugyanolyan rétegvastagságban ugyanannyi százalékot veszít, mint az elsőben. Az első rétegben ugyanazon százalék mellett azonban a *tényleges* veszteség nagyobb, mint a következő rétegben, mert a második rétegbe már az első réteg által csökkentett sugármennyiség érkezik, aminek ugyanazon százaléka kevesebb. Ezen sajátos sugárcsökkenés mellett az ugyanazon százalékfogyás mind kevesebb és kevesebb lesz, úgyhogy voltaképpen nincsen olyan vastag réteg semmiféle anyagból, mely a sugarakat tökéletesen elnyelje. Valami kis töredék mindig keresztül jut. Teljes elnyelődésről a gyakorlati élet lekerékítésével akkor szólunk, ha a keresztül jutó kis mennyiséget elhanyagolhatjuk, mert már hatástalan. Egy példa a dolgot jobban megvilágítja. Tegyük fel, hogy a röntgensugármennyiséget képviseli egy alma. Vegyünk fel egy olyan rétegvastagságot, mely a sugármennyiséget éppen felére csökkenti. A kérdés tehát így felállítva az, hogy hányszor kell az almát felezni, hogy az utolsó felezéskor már semmi se maradjon? Nyilván valami mindig marad. Ezért a röntgensugár áthatolóképességét nem is azzal határozhatjuk meg, hogy megmondjuk, milyen vastag az a réteg, amely a sugarakat teljesen elnyeli, hanem azzal, hogy milyen vastag az a réteg, amelyik a sugarakat felére csökkenti.

Teljesen azonos szabály szerint bomlanak a radioaktív anyagok is. Azért a bomlás gyorsaságának a megjelölésére ezeknél sem a teljes elbomlási időt adjuk meg, mert az minden esetben végtelen hosszú, hanem a bomlási félidőt.

Ennek fontossága van a sugár elleni védelemben. Milyen vastag legyen a sugarak ellen védő ólomfal? Olyan vastag, hogy a rajta keresztül jutó röntgensugár számbavehető hatást ne fejthessen ki. A röntgensugarak hatása hosszantartó. Rövid időközökben adott sugármennyiségek hatása tehát összegeződik, ennél fogva a hatás nagysága attól is függ, hogy valaki mennyi ideig teszi ki magát a sugarak hatásának. A betegnek, aki a laboratóriumban csak rövid ideig tartózkodik, azt a testrészét tehát, amelyet nem kívánunk a sugarak hatásának kitenni, tökéletesen megvédi egy félmilliméteres ólomlap. Az évek hosszú során a sugarakkal foglalkozó orvost, főleg az igen áthatoló röntgensugarak hatásától azonban már 5—6 mm vastag ólomfalakkal kell megóvni.

A sugárelnyelést szabályzó fenti három sarkalatos tulajdonságon, a fajúsúlyon, atomsúlyon és rétegvastagságon kívül a sugarakat áthaladásuk köz-

ben semmi más nem befolyásolja. Teljesen mellékes a szín, optikai átlátszóság, a keménység (!), a halmazállapot, a vegyi összetétel stb. Mindez a sugár elnyelésére teljesen közömbös. Fekete vagy fehér papír, fehér vagy fekete üveg egyformán bocsátja át a sugarakat. A sötét füst-üveg árnyéka világos, a teljesen átlátszó ólomüveg árnyéka azonban sötét, mert a sötét füstszín nem növeli az üveg fajsúlyát, az ólomtartalom ellenben fokozza a fajsúlyt és atomsúlyt. Kén és szénpor megfelelő arányban összekeverve éppúgy engedi át a sugarakat, mint a teljesen átlátszó folyékony szénkéneg. De a szénkéneg erősebben nyel, mint a víz, mert a benne foglalt kén atomsúlya nagyobb, mint a víz alkotórészeié. A teljesen átlátszó jódkálioldat a nagy atomsúlyú jód miatt igen erősen tartja vissza a sugarakat. Tinta, ha vasat nem tartalmaz, olyan átjárható, mint a víz. Az üveg és az alumínium kb. egyformán bocsátja át a sugarakat, mert az üveg faj súlya és közepes atomsúlya igen megközelíti az alumíniumét.

Hogy a röntgenképen megtekintéskor az árnyékmélység eltérése szemmel észrevehető legyen, ahhoz legalább 5—6 százalék különbség szükséges. Ennek következtében az egymáshoz közel álló sűrűségű testek árnyéka egyformán sötét, egymástól meg nem különböztethető. Képet csak ott kapunk, ahol az egymásmelletti árnyékok különböző sötétek. Orvosi szempontból nagyjelentőségű, hogy az emberi lágyrészek mind egyformán olyan sűrű árnyékot adnak mint a víz. Az izom, az érfal, a vér, a genny, a folyós vagy szilárd izzadmány, a heg (!), a máj, a belek, a lép stb. mind egyforma árnyékúak. A porcogó is úgy ereszti keresztül a sugarakat, mint az izomzat, mert ugyanazon elemekből áll, mint a lágyrészek és mész nincs benne. Hogy keményebb, mint a lágyrészek, az nem határoz, mert a keménység a sugár elnyelését nem befolyásolja. A porcogó tehát a lágyrészek közt nem látszik meg. Más az eset, ha egy porcogó darabkát kivágva, a levegőn röntgenezzük. Akkor a porcogó meglátszik, mert sokkal kisebb fajsúlyú levegővel van körülveve, a szervezetben azonban hasonló sugáratbocsátású lágyrészek környezik. A porcogóhoz hasonlóan viselkedik az epekő, mely zsírszerű anyagból, cholesterinből áll. Ebben sincs mész, ennél fogva ugyanolyan árnyékot ad, mint a mellette fekvő máj és az epe, amely körülveszi. Az árnyéka nem határolódik el és így egyszerű felvételen nem látható. (Mesterséges fajsúlykülönbségek létrehozásával láthatóvá tehető. Erről később lesz szó.) Máskép áll a dolog a vesekövekkel. Ezek rendszeren mésztartalmúak és így a röntgenképen felismerhetők. Megjegyzendő, hogy vannak mésznélküli vesekövek is, ezek nem látszanak meg, pl. az urátkövek.

A röntgenlámpa sugarai egy pontból: a lámpa fókuszából indulnak ki. Az *árnyékkontúrok* tehát az egy pontból sugárzó fényforrás árnyékainak szabályai szerint keletkeznek. Azok a szabályok ezek, melyeket a mértan centrális projekció néven tárgyal. Ezeket a szabályokat az asztali villamoskörte által adott árnyékokban magunk is megfigyelhetjük és tanulmányozhatjuk. A fény t. i. itt is közelítőleg egy pontból sugárzik. Az árnyék nem mindig olyan alakú, mint a tárgy, amely létrehozta. A körnek az árnyéka lehet ovális, ha a sugár ferdén éri, sőt lehet egyenes vonal is, ha éléről van megvilágítva stb.

*Mit látunk tehát a röntgenképen? Fajsúly, atomsúly és rétegvastagság által létrehozott különböző sötétségű árnyékokat a centrális projekció szabályai szerint határolva.* Ha adva van egy meghatározott alakú és összetételű test, annak az árnyékát megszerkeszthetjük. A körvonalakat megadja a centrális projekció, az árnyék mélységét pedig a fajsúly, atomsúly és rétegvastagság. A röntgendiagnosztikában azonban az eset fordított. Adva van az árnyék és keressük a testet, amely adta. Ha, mint az első esetben, adva van a test alakja, fajsúlya, atomsúlya és rétegvastagsága és keressük az árnyékot, akkor matematikai nyelven szólva, előttünk van egy egyenlet egy ismeretlennel. Ez megoldható. De ha fordítva, adva van az árnyék és keressük a test alakját, fajsúlyát, atomsúlyát és rétegvastagságát, akkor ez egy egyenlet 4 ismeretlennel, ami nem oldható meg, hanem számos lehetőség közt enged válogatást. így pl. ha az árnyék egyenes vonalat ábrázol, lehet, hogy az árnyékot adó test valóban egyenes, de lehet akármilyen egy síkban fekvő görbe, mely éléről van megvilágítva, stb. Ha egy sötétebb árnyékot látunk, akkor lehet, hogy azért sötét, mert nagyobb fajsúlyú test adta, de lehet, hogy nagyobb volt az atomsúlya, vagy esetleg a rétegvastagsága. Egy igen vastag fadarab éppen olyan sötét árnyékot ad, mint egy igen vékony vaslemez.

A röntgendiagnosztikában a sokféle lehetőség közt mégis dönteni kell. Az eligazodást, vagyis az árnyékok értelmezését *képolvasásnak* nevezik. Ebben a röntgenezőt fizikai és orvosi ismeretei vezetik. E célra tanulmányozni és ismerni kell először is az ép test röntgenárnyékát mindenféle helyzetben. Ha röntgenezéskor eltérő árnyék látszik, akkor a lehetőségek közül először a logikai képtelenségeket selejtezzük ki. így pl. ha árnyékoknak látjuk a tüdőcsúcsot, nem gondolunk arra, hogy ezt higany okozza, bár ez a vékony rétegben nagy faj súlyánál és atomsúlyánál fogva arra alkalmas volna. A továbbiakban kórtani ismereteink vezetése mellett sorba vesszük

az összes lehető betegségeket. Mérlegeljük az azokban létrejövő atomsúly, faj súly és réteg vastagság-változásokat és azokat az ép test árnyékaival összevetve kíséreljük meg a döntést. Leggyakrabban még így is többféle lehetőség marad. Ilyenkor segítségül hívjuk a betegágy melletti észleleteket és azoknak az ellenőrzése mellett állapítjuk meg a diagnózist. így pl. ha a röntgenkép egy egész tüdőlebenyre kiterjedő egyenletes sötét árnyékot mutat, két lehetőség marad: tüdőgyulladás vagy kötőszövetes tömörülés. Ha a betegészlelés szerint láz nincs, elejtjük a tüdőgyulladást és a diagnózist kötőszövet-tömörülésre tesszük.

Hogy a röntgenezőnek a lehetőségek megítélésében milyen körülményeknek kell lenni, azt mutatja pl. az az eset, mikor a háború alatt a csapat-szolgálat alól szabadulni akaró katonák a tüdőcsúcsukat takaró bőrt higanykenőccsel kenték be, ami teljesen a tüdőcsúcs-tömörüléshez hasonló árnyékot adott, és így a fent logikai képtelenségnek minősített eset olyan eshetőséggé vált, amivel számolni kellett.

A röntgenvizsgálat kiterjed az összes orvosi tudományágakra és mind-egyikben a betegágy melletti diagnosztikának kiegészítő része.

Tehát különváló árnyékot csak ott kapunk, ahol faj súly-, atomsúly- és rétegvastagságbeli különbségek vannak. így pl. a hasür minden tartalmával együtt (gyomor, belek, lép, máj, stb.) egyenletes szürke árnyékot ad, melyből csupán a mésztartalmú gerincoszlop sötétebb árnyéka válik külön. Nem látszik meg a hasürben a főér (aorta) sem, mert árnyéka nem válik külön a hasonló sugárátbocsátású többi rész árnyékától. A mellkasban azonban a főér meglátszik, mert ott levegőtartalmú tüdő környezi, annak az árnyéka tehát sokkal világosabb. A mellkasi aorta tágulása ennek következtében felismerhető, a hasürié ellenben nem. Nem látszanak meg az erek árnyékai a végtagokban sem. Az érlemeszesedésben azonban a sötét árnyékú mészlemezkek szembetűnnek. — A koponyacsontok jól meglátszanak és élénken elütnek a levegővel telt orrüregtől és annak melléküregeitől. Meglátszik tehát a felső állcsont! üreg, a hbmloküreg és a szemüreg. De már az agyvelő egyöntetű szürke árnyékot ad, melyben a tekervények és agykamrák nem különböztethetők meg.

Olyankor, amikor a szervezetben fajsúlykülönbségek nincsenek, sokszor módunkban áll a szervezetbe bevitt anyaggal *mesterséges fajsúlykülönbségeket* létrehozni. Ezeket az anyagokat kontrasztanyagoknak nevezük. Van pozitív és negatív kontrasztanyag. Pozitívnak mondjuk akkor, ha árnyéka sötétebb — és negatív kontrasztanyag akkor, ha árnyéka vilá-

gosabb a környezetnél. Természetes, hogy kontrasztanyag gyanánt csakis olyan anyagot szabad használni, amelynek mérgező vagy káros hatása nincs. így láthatóvá válik a gyomor, ha a beteg a vizsgálat előtt megeszik egy tányér bárium-szulfát-porral kevert kását. A báriumnak nagy az atomsúlya, tehát sötét árnyékot ad. így meglátjuk a gyomrot, mégpedig emésztés közben, tehát nemcsak nagyságáról, alakjáról és helyzetéről kapunk felvilágosítást, hanem működéséről is. Látjuk kiürülés-zavarait is. Ha a kása útját tovább követjük a belekben, azokat is megvizsgálhatjuk. Ha a kása a gyomrot valamely részén nem tölti ki, vagyis *árnyékhiány* mutatkozik, abból azt következtetjük, hogy ott a gyomor falán valami daganat ül, ami a kását nem ereszti oda. (A gyomordaganat legtöbbször rák.) Viszont ha az árnyék valahol egy kis kiöblösödést (árnyéktöbbletet) mutat, az azt jelenti, hogy a gyomorfalat ott egy fekély kimarta, kiöblösítette és a bemélyedésbe a kása betolult. (*Fekélyfészek.*)

A nagy atomsúlyú jódnak vegyületei is igen alkalmasak pozitív kontrasztképzésre. Pl. a vesemedencébe magas katéter segítségével 10%-os jódnátrium-oldatot vihetünk fel. — Olyan jódvegyületet, amely a vérkeringésbe nem adja le a jódot és így nagy adagban sem mérgező (uroszelektán stb.), közvetlenül befecskendezhetünk valamely vívóérbe is. Ezt a vegyületet a vérből a vese választja ki, ami által a vérben szétoszlott jódvegyület összegyűlik, sötét árnyékával láthatóvá teszi a vesemedencét és ezáltal módot nyújt a vese kiválasztóképeségének megítélésére.

A belekből felszívódott vagy a vénába fecskendezett tetrajodphenolphthaleint a vérből az epével együtt a máj választja ki. Tehát az epehólyagba jut és azt láthatóvá teszi. Említettük, hogy az epekövek röntgenfelvételen nem látszanak meg, mert árnyékmélységük olyan, mint az epéé, amelyben fekszenek. Ha azonban az epe a benne levő jódtól sötét árnyékúvá válik, akkor az árnyékban az epekövek mint világosabb foltok előtűnnek.

A jódot jódozott olaj (jodipin) alakjában is lehet használni. Jodipin-befecskendezéssel láthatóvá tehetjük a méh és petevezeték üregét. A gerincsatornába fecskendezett jódozott olaj ép viszonyok között, súlyánál fogva lefolyik a keresztcsont felé. Ha valahol magasabb helyen megakad, az azt jelenti, hogy ott a gerincsatornát valami megsűkíti, ami legtöbbször daganat. Ha a klinikai vizsgálat kimutatta, hogy a betegnek gerincgagdagánata van, a röntgenvizsgálat feladata, hogy pontosan megmutassa a daganat helyét (Myelographia).



Negatív kontrasztanyag gyanánt levegőt vagy oxigént használnak. Ez világosabb árnyékot ad, mint a környezete. A szabad hasüregbe a belek közé beszúrás által levegőt lehet beereszteni. Ezáltal láthatóvá lesznek az összes hasüri szervek, belek, máj, lép, vese stb. Levegőt lehet eresztetni az agyvelő kamráiba. A kamrák eltolódásaiból agydaganatokra következtethetünk. E célra először a koponyacsontot egy kis lyukkal sebészileg meglékeljük. A lyukon át egy hosszú üreges tüvel (Pravaz-tüvel) átszúrjuk az agyvelőt és behatolunk az agykamrába. Az ott levő folyadékot az üreges tüvel először lecsapoljuk és a folyadék helyett fokozatosan levegőt bocsátunk be. Az agyvelő a jól végzett műtétet kifokú émelygés, szédülés leszámításával visszahatás nélkül eltűri. Természetes azonban, hogy ilyen, mégis eshetőségekkel járó sebészi műtétet diagnosztikai célból csak akkor végzünk, ha vele valami súlyosabb bajt tudunk elhárítani. Pl. ha a betegnek agydaganata van, mely magára hagyva halálra vezet, de az operációt, amelylyel a beteg életét megmenthetné, csak akkor lehet elvégezni, ha röntgenezéssel meghatároztuk, hogy a daganat hol fekszik. Hasonlóképp vagyunk az ütőerek röntgenezésével. Pl. sebészi metszéssel feltárjuk a nyakon a nagy fej-verőeret és abba valami tóriumvegyületet fecskendezünk. A tórium a legnagyobb atomsúlyú elemek közé tartozik, tehát ha csak kis mennyisége is van a vérben, az agyi véredek igen mély árnyékot adnak. Ezt az ú. n. „arteriographiát“ is csak akkor végezzük, ha a röntgenezés által felderített viszonyok közt életmentő operációt végezhetünk.

Kiváló előnye a röntgendiagnosztikának, hogy sokszor már olyankor felderít valami betegséget, amikor egyéb vizsgálat azt még nem mutatja. Súlyos betegségekben a baj kezdetén sokszor még nem késő a műtéti vagy egyéb segítség.

Fontos szerepet játszik a röntgendiagnosztika a szervezetbe jutott *idegentestek* helyének meghatározásában is. Ilyen idegen testek lehetnek fegyvergolyó, betört tű, mely idővel helyét is változtathatja, üvegcserep, valami lenyelt tárgy, légsőbe került fogsor, gyümölcsmag stb. A röntgenidőszak előtti orvosok a beteget fegyvergolyó eltávolításakor vaktában való vágásokkal kínozták, de a golyót sokszor mégsem találták meg. Egyszerű röntgenfelvétel mutatja ugyan, hogy a szervezetben idegentest van, de annak helyét nem tisztázza, mert a sugár mindent egybe rajzol, amit útjában elől-hátul talál. Azonkívül, ha a lámpa nem áll merőlegesen az idegentest felett, az árnyékot más helyre, oldalra vetíti. A helymeghatározás tehát kényes feladat, melyhez több irányból készült felvétel szükséges. Ezekből a

centrális projekció szabályainak szemmeltartásával kell a golyó helyzetét megállapítani. Igen sokféle helymeghatározó eljárást dolgoztak ki, melyeket itt nem részletezünk. Egyszer az egyik eljárás, máskor a másik alkalmasabb.

## RÖNTGENTERÁPIA

A röntgenterápia a sugarak élettani hatásán alapszik. Mindjárt a sugarak felfedezése utáni első időkben tapasztalták, hogy a sugarak a szervezetre élettani (biológiai) hatást gyakorolnak. Az első észlelések röntgenbalesetek voltak. Erősebb röntgenezésre a haj ideiglenesen vagy véglegesen kihullott, bőrgyulladások keletkeztek, amelyek lezajlása után a bőr sorvadt, finom érhálózatoktól állandóan piros maradt. Igen erős sugárzás után mélybe terjedő és igen nehezen gyógyuló fekélyek származtak, amelyek évek hosszú során fennállottak, esetleg rákosán elfajultak és nem ritkán halállal végződtek. Különösen az orvosokat érte sok baleset. A hamburgi Szent Györgykórház udvarán a röntgenezés vértanúinak tiszteletére felállított emlékoszlopon több mint 170 név van feljegyezve! A magyarok közül ott találjuk *Holzwarth Jenő, Schröder Gyula, Elischer Gyula, Simonyi Béla, Faragó István és Nyitrai Béla* nevét.

Hasonló sérülések tanulmányozása és sok kísérlet kapcsán ismerték meg a röntgensugaraknak az élő szövetekre irányuló hatását. Ebből fejlődött ki a mai magas fokon álló röntgensugaras gyógyítás, melynek helyesen alkalmazott technika mellett ma már veszélyei nincsenek. A sugárhatás a szöveteket alkotó sejtekre irányul. Tudjuk, hogy minden sejt áll: 1. sejtmagból, 2. sejttestből (protoplasmából) és 3. sejthártyából. Legerősebben hat a sugár a sejtmagra, különösen akkor, ha az szaporodásban: magoszlásban van. A hatás az egyes sejtféleségekre különböző, vagyis a röntgen sugár szelektív: válogat a sejtek közt. Legélénkebben hat azokra a szövetekre, melyek gyorsan növekednek. Ezekben a sugár igen sok sejtmagot talál oszlásban. Erős a hatás azokra a sejtekre is, amelyek gyors életműködésben vannak. A gyors életműködéshez fokozott táplálkozás szükséges és ha ez csak kis zavart is szenved, a sejt jobban megsínyli, mint egy lassú életfolyamatú, kevesebb táplálékra szoruló sejt. Erős a hatás az ingatag életű, gyorsan pusztuló és hamarosan pótlódó sejtekre is, amilyenek pl. a hámsejtek és fehérvérsejtek.

Azt a maximális sugármennyiséget, amit ép bőr még elbír, *bőregység-dózisnak* nevezik és a német Haut-einheits-dosis után HED-el jelölik.

A sugármennyiséget iónosító kamrával „főegységekben mérik. Egy r (egy röntgen) akkora sugármennyiség, mely levegőben pontosan megszabott fel-tételek mellett egységnyi iónosítást okoz. A HED a testfelületen mért 800 r-nek felel meg. Hogy a dózisok megjelölésében ne kelljen nagy számokat mondani, a kiszolgáltatót röntgensugármennyiséget sokszor a HED száza-lékaiban fejezik ki.

Az iónosítással való sugármérés azon alapszik, hogy az ionizálatlan levegő, úgy, mint minden gáz, tökéletesen szigetel; elektromosság nem tud áthaladni rajta. A röntgensugár a levegő-molekulákat iónosítja, vagyis pozí-tív és negatív részekre bontja. Ezáltal a levegő vezetővé válik. Ha ugyanis iónosított levegőben egy áramforrás sarkaival összekötött, egymással nem érintkező két fémlapocskát helyezünk el, akkor a pozitív ionok az elektro-mos vonzás következtében a negatív lapra, a negatívok pedig a pozitív lapra vándorolnak. Tehát elektromos áramlás indul meg. Minél erősebb a sugár-zás, annál nagyobb a vezetőképesség. Tehát a vezetőképesség megméréséből megállapíthatjuk a kiszolgáltatót sugáradagot. (A mérés ú. n. iónosító kamrával történik.)

A röntgensugarakat az esetek legnagyobb számában pusztító hatásuk miatt használjuk. Valamit eltávolítunk velük a szervezetből, mint a sebészek. A gyógyító anyagokra általánosságban áll az a szabály, hogy ha nagy adagban romboló vagy gátló hatásúak, kis adagban izgatnak, működésre serkentenek. Pl. kis adag szesz élénkít, jókedvre hangol. Nagy adag bódu-latot okoz. Az ájult beteget éterbefecskendezéssel hozzuk eszméletre, a sebész pedig étterrel altat. Kis adagban nyújtott röntgensugárzásnak ez az ingerlő hatása azonban kevésbé kifejezett. Létezését egy időben tagadták is. Két-ségtelen azonban, hogy belső elválasztású mirigyek működését (pajzsmirigy, petefészek stb.) sikerül velük fokozni. Renyhén gyógyuló csonttörések ösz-szeforradásának röntgenezéssel serkentésében is mutatkoznak eredmények.

Végül vannak olyan betegségek is, melyekben a kétségtelen eredmé-nyek létrejövésének mechanizmusát nem ismerjük. Ilyen pl. az ideges asztma. Ide tartozik a röntgensugár fájdalomcsillapító hatása is, amely min-den kezeléssel dacoló idegzsábákban sokszor csodálatos hatású.

Hogy a sugárral a test mélyében fekvő betegségeket is eredményesen gyógyíthassuk, gondoskodnunk kell, hogy a sugár nagy áthatolóképességű legyen. Ezt egyrészt azzal érjük el, hogy fokozzuk a lámpát tápláló áram feszültségét. Akkor magasabb rezgésszámú (áthatolóbb) röntgensugár ke-ltezhető. Másrészt mivel a röntgenlámpából kijutó sugár kevert hullám-

hosszúságokból áll (úgy, mint a fehér fény), azért a sugár útjába vékony fémlémezeket, ú. n. szűrőket (filtereket) állítunk, amelyekeken főleg csak a nagy áthatolóképességű sugarak tudnak átmenni, a sugár átlagos keménysége tehát a filterezés által fokozódik. Olyan betegségekben, melyek felületesen fekszenek, vagyis a *felszínes terápiában* megelégszünk kisebb feszültséggel (80—120 ezer Volttal) és 1—2 mm vastag alumíniumszűrővel. Mélyen fekvő betegségekben, az ú. n. *mély terápiában* 160—200 ezer Voltot, sőt többet is alkalmazunk, a filterek pedig %—2 mm-es cink- vagy rézlemezek.

Az ép sejtek közül a sugarak iránt legérzékenyebbek a fehérvérsejtek, ezek t. i. gyorsan fejlődnek, gyorsan pusztulnak, hamarosan pótlódnak és anyagcseréjük (táplálkozásuk) igen élénk. Valamivel kisebb, de még mindig igen erős a hatás a hámsejtekre, melyek a test felszínéről folyton lehámlanak, de a hám alsó rétegeiben hamarosan újból képződnek. Sokkal kevesebb a sugárhatás a megállapodott életű, lassú fejlődésű izomsejtekre, idegsejtekre és a kötőszövetcsoport sejtjeire: zsírra, csontsejtekre, stb.

Az egyes szövetekre és sejtekre gyakorolt hatás attól függ, hogy azok miféle sejtekből állanak. Erős a hatás a nyirokmirigyekre, lépre, mert ezek sejtjei a fehérvérsejtekkel közel rokonok. Erős a hatás a hámsejtekkel fedett bőrre, nyálkahártyákra, a hámsejtekkel bélelt nyálkamirigyekre. A haj megfelelő röntgendózisra két hét múlva bőrgyulladás nélkül kihull. Ha a sugáranyag nem volt túlságos, a haj néhány hét múlva újra kinő. (Végleges szőrtelenítésre a röntgenezés nem bizonyult alkalmasnak, mert csak akkora adagokra következik be, mely már erős bőrsérüléssel jár.) A HED 80%-a elsorvasztja az izzadságmirigyeket. A kóros szövetek is hasonló elbírálás alá esnek. A ráksejt a hámsejt-csoportba tartozik. Többnyire annyi sugármennyiségre pusztul el, amennyi ép bőrön csak múló pirosságot okoz. A petefészekben a petesejtek a HED 'A'-ára tönkremennek, amivel peteleválással járó időszakos vérzéseket és méhdaganatokat gyógyíthatunk. A lép a HED felére már beszünteti működését, stb.

A röntgenezés hatása lassan fejlődik ki és hosszan tart. Közvetlenül a besugárzás után nem látszik semmi változás. Egy bizonyos *lappangási időszak* után, mely a besugárzás erőssége szerint 1—2 hét lehet, kifejlődnek a tünetek. Egy HED után két hétre bőрпиrosság fejlődik, mely újabb két hét múlva enyhe bámulásba megy át. Nagyobb adagok erős bőrgyulladást okoznak. Az adagolás kényes dolog, mert a HED-et 30%-kal túlhaladó sugármennyiségek már súlyos bőrelhalásokat, *fekélyeket* okoznak. A röntgenfekély igen rosszul gyógyul!! Ha évek múlva esetleg behámosodik, minden

legkisebb bántalmazásra újból feltörnek és csak gyökeres sebészi kiirtással szüntethető meg. A rossz gyógyulásnak az az oka, hogy a sugár mélyen behatol a szövetekbe és így a fekély alapja is súlyosan bántalmazott szövet, melyből a gyógyulás bajosan indul ki.

Erős röntgenezésnek, különösen, ha a hasi szerveket érte, *általános hatása* is van: a röntgencsőmör. Ezt a sugárzás által szétesett és a vérbejutó anyagok okozzák. Az ilyenkor fellépő émelygés, rosszsullét, hányás 24 óráig tart (helytelen kezelés mellett tovább is). A németek Röntgenkaternek nevezik.

A *röntgenkezelést* úgy végezzük, hogy a beteget egy erre a célra előkészített fekvőhelyre fektetjük. A lámpát 30—50 cm távolságban állítsuk fölébe. Egy-egy besugárzás rendes intenzitású sugarakkal kb.  $\frac{1}{2}$  óráig tart. Ha a betegség egy kezelésre nem gyógyult, akkor a következő kezelést a sugarak tartós hatása folytán csak 4—6 hét múlva szabad ismételni.

A röntgenezést főleg olyan betegségekben kísérelték meg, amelyek más eljárásra nem gyógyultak. A sugárzás ilyenkor sokszor hiánypótlónak bizonyult. Nem soroljuk fel az összes betegségeket, mert csak általános áttekintést akarunk adni.

Kiterjedten használják a röntgensugárzást a *bőrgyógyászatban*, ahol főleg azokban a betegségekben, amelyeket csak ideiglenes hajkihullasztással lehet gyógyítani, szuverén szernek bizonyult. Ilyenek a hajzat gombás betegségei (kosz=favus, stb.). A sugárzás a tenyér- és talpizzadásban is kitűnően bevált. Bevált minden tuberkulózis bőrbajban, ekcémákban. Bőrtuberkulózis esetekben a röntgenezés az ibolyántúli fénykezelés kiváló segítőszere. A bőrrákok majdnem 90%-ban gyógyulnak.

A *belgyógyászat* a röntgensugárzást főleg fehérvérűségben és azzal rokon betegségekben használja. A hatást a fehérvérsejteknek a sugarak iránti nagy érzékenysége magyarázza. A fehérvérűséget a röntgenezés teljesen nem gyógyítja meg, de a beteget panasz nélkül évekig életben tudja tartani, ami nem megvetendő eredmény olyankor, amikor jóformán minden egyéb gyógykezelés hatástalan. Jó eredményeket látunk golyvákban, Basedow-betegségben és sok másban.

A röntgenezés a *sebészetben* a görvélyes mirigyek kezelésében majdnem teljesen kiszorította a műtétet. A besugárzás meggátolja a mirigyek elgennyedését, felfakadását és ezáltal elhárítja a nyakon képződő csúnya forradásokat. Az apró csontok gümőkórja, a csontszú is kitűnő gyógyszerre talált a röntgenezésben. Ha a folyamat nem nagyon előrehaladt, a röntge-

nézésre nyom nélkül visszafejlődik. A gümös hashártyagyulladás gyógyítása is hálás területe a röntgenezésnek. A rákok gyógyításáról később lesz szó.

Különös hasznát veszi a röntgenezésnek a *nőgyógyászat*. A myomás méhdaganatokat, ha erős vérzéseket okoztak, azelőtt műtéttel gyógyították. (Myoma a. m. izomdaganat.) A röntgenezés ezeket egy ülésre is visszafejleszteti. Igaz, hogy a röntgenezésnek megvan az a hátránya, hogy a daganatra nem közvetlenül, hanem a petefészek útján hat és a gyógyulás csak akkor következik be, ha a petefészekben levő peték tönkrementek, ami természetesen meddőséggel jár; ezt pedig a fiatal korban kerülni kell. A korai meddőségnek felidézése a szervezetben egyéb zavarral is jár (idegesség, hevülések, izzadások, stb.), ezért a myomás daganatok gyógyítására a röntgenezést csak akkor ajánlatos használni, ha a beteg már koránál fogva közel áll az ú. n. *változáshoz*, ami a peték visszafejlődését és a termékenység megszűnésének időszakát jelenti.

Hasonló jó eredménnyel használják a röntgenezést a gyermekgyógyászatban, szemészetben, fülészetben, stb.

Legszebb diadalait aratta a röntgenezés a *rákok és rokonbetegségek* gyógyításában. Ha a rákos górcra akkora sugármennyiséget tudunk adni, amennyit a környező ép szövetek még kiállnak, de amitől a ráksejt már elpusztul, akkor a rákos beteget meggyógyítottuk. A felületesen fekvő bőrrákokban ez valóban gyakran sikerül. Kevésbé jó hatás a mélyben fekvő rákokban, mert amíg a sugár a felette fekvő szöveteken keresztül a rákos górcra érkezik, már az elnyelődés következtében annyira gyengült, hogy a ráksejtet nem tudja elpusztítani. A beeső sugármennyiséget pedig ennek kiegyenlítésére nem növelhetjük, mert akkor a bőrön fekélyesedések származnak. Ilyenkor úgy segítünk a bajon, hogy több oldalról sugározzuk be a beteget, és a sugarakat mindenkor úgy irányítjuk, hogy azok a rákos gócot ériék. Ez a *többmezejű besugárzás*, mely a daganatot keresztűzbe veszi.

Kár, hogy nem minden rák egyformán érzékeny a röntgensugár iránt. Ebben a rák különböző fajtáján kívül közrejátszik az a szerv is, amelyben a rákos daganat fészkel. Így a sugárzás iránt igen érzékenyek a méhrákok, már kevésbé az emlőrákok. Az emésztő-csatorna és különösen a nyelv és gyomor rákjai pedig röntgenezésre alig mutatnak fel eredményt.

A legújabb haladás ezen a téren a Regaud—Coutard-féle *elnyújtott besugárzás*, amelynek elve a következő: A röntgenezés a sejtekben elfajulást hoz létre, mely, ha az adag elég erős, a sejt elpusztulására vezet. A sejt kisebbfokú bántalmazásokat még kihever. Ha tehát egyszerre, egy ülésben

csak kis adagokat adunk, mind a ráksejtek, mind az ép sejtek igyekeznek kiheverni a sérülést, ami az ép sejteknek jobban sikerül, mint a kóros ráksejteknek. Ha aztán az apró adagokat egymást követő napokon ismételjük, a ráksejtek mind kevésbé tudnak magukhoz térni és végül elpusztulnak, míg az ép szövet, amelybe a rák be van ágyazva, a röntgenártalmakat nagyobb ellenállóképességénél fogva kiheveri. Ezen elnyújtott kezeléssel összességében sokkal nagyobb adagokat sikerült a daganatra juttatni. Így az esetek 'Arában gyógyulást értek el a nyelvrákokban, gégerákokban és hasonlóknak, melyekben a régebbi technikájú röntgenezés alig volt hatásos.

A rák gyógyulása sokszor csak ideiglenes, a visszaesés még évek múlva is bekövetkezhet. Véglegesen gyógyulnak tarthatjuk a rákot, ha öt év alatt nem állt be kiújulás.

Természetes, hogy rosszindulatú daganatokban csak addig érhetünk el eredményt, míg a daganat helyhez kötött. Ha már távolabbi szervekben átrakodások (metastasisok) vannak, akkor a betegség már annyira elárasztotta a szervezetet, hogy gyógyulásra nincs kilátás. Ilyenkor a röntgenezés csak ronthat az állapoton, mert a senyvedő szervezetet még a röntgenezéssel is terheli.

A röntgenezésnek nem az a célja, hogy a kést a sebész kezéből kivegye, hanem hogy együttes munkával segítségére legyen. Ha a rák még nem nagyon előrehaladt, úgyhogy még operálható, a műtétet haladéktalanul el kell végezni. De sohasem tudjuk biztosan, hogy a sebész minden rákos szövetet eltávolított-e. A szervezet a rákcsírákat t. i. a nyirok-utakon már korán széthordja és így daganat-csírák lehetnek a gócot környező azon részekben is, amelyeket a sebész épnek tartva benthagyott. Ezekből később visszaesések keletkeznek. Sajnos, ez a műtét után elég gyakori. Éppen ezért a műtét után a műtégi területet és annak környékét röntgenezés alá kell vetni, ami által a visszaesések száma lényegesen megcsappant. Ez az elhárító (prophylacticus) besugárzás.

Természetes, hogy akkor, mikor a rák már oly előrehaladt állapotban van, hogy műtéttel el nem távolítható (inoperabilis), mert már oly szervekre ráterjedt, melyek el nem távolíthatók, mert az élet fenntartására nélkülözhetetlenek, nem marad más hátra, mint a röntgenezés. Szép eredménye a röntgenezésnek, hogy a beteg ilyenkor is sok esetben meggyógyul.

Nem ritka az sem, hogy a műtétre már alkalmatlan rák a sugárzással annyira javul, hogy operálhatóvá válik. Ekkor természetesen haladék nélkül operálni kell, ami után a röntgenezést folytatni lehet.

A röntgensugárzásnak a rosszindulatú daganatokon elért eredményeiben hatalmas segítőtársa a rádium gamma-sugárzása, amelyről a következő fejezetben lesz szó.

## GYÓGYÍTÁS RADIOAKTÍV GAMMASUGARAKKAL.

A gamma-sugár lényegére nézve a röntgensugárral azonos, de annál sokkal rövidebb hullámhosszúságú, ezért áthatolóképessége lényegesen nagyobb. Fizikai tulajdonságait már az általános részben tárgyaltuk.

A gamma-sugarakról már ott mondtuk, hogy nagyon gyorsan bomló radioaktív anyagok, a gyógyításra nem alkalmasak, bár ezeknek a sugárzása igen erős, csak hogy az anyag sugárzás közben hamar elfogy. Ezzel szemben a nagyon lassan bomló anyagok súlyukból jóformán semmit sem veszítenek, de ezeknek meg a sugárzása gyenge. A legalkalmasabb ebből a szempontból a rádium, mely elég erős sugárzása mellett a gyakorlat szempontjából állandónak tekinthető. A mezotórium lényegesen erősebb sugárzású, a gyógyításhoz tehát sokkal kevesebbre van szükség, de már 6/2 év alatt elbomlik a felére. Használatát a rádiummal szemben csak viszonylagos olcsósága okadatolja.

A gamma-sugárzással igen nagy áthatolóképessége ellenére is csak kisebb területet lehet besugározni. Ezen látszólagos ellentmondás magyarázata az, hogy a rádium csak kis mennyiségben áll rendelkezésünkre. Hogy a besugárzási idő ne legyen kivihetetlenül hosszú, a rádiumot közel kell vinni a beteg góchoz. Legtöbbször megfelelő tokban ráhelyezzük a gyógyításra szoruló daganatra. 20—30 centigramm rádiummal a sugárzás így is kb. 1 napig tart. Az ilyen közel vitt rádium azonban a sugarak erős széttérése következtében csak kis területet tud besugározni. A röntgensugarakat ezzel szemben majdnem korlátlan mennyiségben állíthatjuk elő. A lámpával tehát távolra mehetünk és így kevésbé széttérő sugárzással nagy területeket vehetünk egyenletes sugárhatás alá. A viszony olyan, mint egy kályha és egy szem parázs közt. A kályha nem annyira meleg, mint a parázs, de nagy kiterjedésénél fogva nagy területeket képes megmelegíteni. A parázs melegebb, de kis tömege miatt közelebb kell hozni, akkor pedig csak kis területet melegít át, mert ha azt várjuk, hogy a melegítés a távolabbi részen is érvényre jusson, akkor a közeli részeket megperzseljük. Így a mai rádium-mennyiségekkel a test üregében ökölnyinél nagyobb területeket nem



lehet besugározni. Az első időkben gyakran elkövették azt a hibát, hogy a távoli hatás erőszakolására túlságosan hosszú ideig sugároztak és sérüléseket okoztak (hüvely-bél-sipoly). A rádium és röntgensugárzás egymásban segítőtársra találtak, ami különösen a rosszindulatú daganatok (rákok) gyógyításában fontos, mert legtöbbször itt kell a mélyben különösen nagy sugáradagokat kiszolgáltatni. A test mélyében előforduló rákok gyakran a testüregekben fekszenek. (Száj-, orrüreg, gége, méhüreg, hüvely, stb.). Ilyenkor a rádiumot bevezetjük a testüregbe és közvetlen ráhelyezzük a daganatra. A daganatot ezzel igen heves sugárzás alá vesszük. A környező részek ellenben, amelyek ráksejtekkel beivódottak lehetnek, nem kapnak elég sugárzást. Ha kívülről röntgensugárzást is alkalmazunk, az elsősorban a felületesebben fekvő környéki részekben fejt ki hatását. A mélyebb részekre a röntgenhatás kevesebb, de azt pótolja ott a rádium.

Gamma-sugarakkal való gyógyításra a rádiumsókat üvegcsőbe forrasztják. Hogy a cső eltérése esetén a rádium ki ne szóródjék, az üvegcsővet egy vékony ezüst- vagy platinaburokba forrasztják. Ezt aztán egy szétcsavarható tokba helyezik. A tok három milliméter vastag sárgarézből vagy egy milliméter platinából van. A tok visszatartja az alfa- és beta-sugarakat, így a csőből csak tiszta gamma-sugár jut ki. A tokot vékony réteg gézbe vagy vattába göngyölgjük és gumiburokba kötjük, hogy a testnedvek ne férjenek a réztokhoz. Az eképen előkészített tokot ráhelyezzük a kezelésre szoruló testrésze.

Más kezelési mód szerint úgy járunk el, hogy a rádiumsót platinából készült üreges tűkbe tesszük. Ezekkel a tűkkel aztán megtűzdeljük a daganatot. Minden tű végéhez fonál van kötve, hogy el ne vesszék. Ilyenkor nem a daganat felületére, hanem annak a mélyébe jutnak a sugárzások. Ez a *tűzdelési eljárás*. Hogy a rádiumtűk jó helyen vannak-e, arról röntgenfelvétellel győződhetünk meg.

Végül ott, ahol nagyobb rádiummennyiséggel rendelkeznek, nagyobb területek besugárzására távolabb viszik a testtől a sugárvédelem céljából vastag ólomba burkolt rádiumkészítményt. Az ólomburoknak csak abban az irányban van nyílása, amelyben kezelni akarunk vele. A távoli hatáshoz természetesen igen nagymennyiségű rádium szükséges: 4—5 gramm (1), már amennyinek a beszerzését az anyagi viszonyok megengedik. Ez az ú. n. *rádiumágyú*. (A nagymennyiségű rádiumot bérelni is lehet.)

A rádiumhatás nagyságának a kifejezésére megmondjuk a használt rádiummennyiséget és az időt, ameddig alkalmaztuk. A rádiummennyiséget

nem a használt rádiumkészítmény elegendő súlyában fejezzük ki, hanem megmondjuk, hogy mi a készítmény tiszta rádium-elem tartalma. A dózis nagyságát a milligrammokban kifejezett rádium-elem mennyisége és az órák szorzata adja. így pl. 30 milligramm rádium-elemt tartalmazó rádiumtok 24 óra alatt  $30 \times 24 = 720$  milligramm-rádiumelem-óra adagot szolgáltat. Mérik újabban a rádiumsugárzást r-egységekben is, mint a röntgensugarakat.

A gamma-sugár és a röntgensugár hatása lényegében azonos. Azért a költséges rádiumot nem is alkalmazzák, mikor az a röntgensugárral mindenben helyettesíthető. így a rádiumsugárzás nagyrészt a rosszindulatú új képletekre, rákra és sarcoméra korlátozódik. A jó eredmények főként akkor mutatkoznak, ha a rádiumot a röntgensugárral együttesen alkalmazzuk.

A röntgen- és gamma-sugár hatásának élettani azonossága mellett is a rádiumsugár sajátos alkalmazási módja miatt a kétféle sugár hatása némiképp különbözik egymástól. A rádiumsugárzás intenzitása a röntgensugáréhoz képest gyenge, de hosszú ideig érintkezésben marad a daganattal. Ennek következtében az ép sejtek kevésbé sínylik meg a sugárhatást, mint a kórosak, úgy, mint azt az elnyújtott röntgenezés tárgyalásakor elmondottuk. Már régebben tapasztalták, hogy a nyelvrákokra, garatrákokra és általában a táplálécsatorna rákjaira a röntgensugár kevésbé hatásos, mint a rádium. Éppen ebből a tapasztalatból kiindulva kísérelték meg az elnyújtott röntgenezést, amellyel tulajdonképpen a rádium alkalmazási módját óhajtották utánozni. Az ezáltal elért eredményekről fentebb már beszámoltunk. Mindamelllett gyomor- és bélrákokban eddigelé sem rádiummal, sem röntgennel nem lehetett számbavehető hatást elérni.

# ÉPÍTÉSZET

ÍRTA  
KOTSIS IVÁN

**AZ** ALÁBBI FEJEZETEKBEÖN összefoglalva áttekintést kívánunk adni azokról a teljesítményekről, amelyeket az utolsó három évtizedben az építészet technikai és szellemi téren a ma emberének nyújtott.

## I. A VÁROSOK BEÉPÍTÉSÉNEK MEGJAVÍTÁSA.

A városi lakáskérdés szanalásának előfeltétele a telkek beépítésének a múlthoz képest való gyökeres módosítása volt; a telkek ugyanis a múlt század második felében a városokban végbement nagyfokú betelepülés során általában helytelen rendszerben épültek be.

A jelzett időben indult meg Közép-Európában az erősebb mértékű iparosodás, melynek során a városokban, mint közigazgatási és forgalmi gócpontokban nagyszámú gyári és ipartelep létesült, amelyek részben közvetlenül, vagyis munkásaik és tisztviselőik révén, részben közvetve, vagyis forgalmuk révén jelentékenyen megnövesztették a városi lakosság számát, magukhoz vonzva, mint mágnes, a környező vidék lakóinak seregét.

1880-tól 1920-ig, tehát negyven év alatt néhány európai nagyváros lakossága a következőképpen növekedett meg: Berlin 1,100.000-ról 2,000.000-ra; Dresden 221.000-ról 529.000-re; Düsseldorf 95.000-ról 407.000-re! — Milánó 320.000-ról 700.000-re; Prága 162.000-ról 676.000-re; Bécs 726.000-ról 1,840.000-re.

Budapestnek 1850-ben 156.000, 1880-ban 361.000, 1900-ban 733.000, 1920-ban pedig kereken 1,000.000 lakosa volt.

A vidékről felszívódott lakosságnak a nagyvárosokba való beáramlása — mint láttuk — oly tömegesen és gyorsan történt, hogy nem volt kellő idő a nagy tömegek részére szükséges lakásoknak megfelelően kidolgozott városfejlesztési tervekkel kapcsolatban kellő gondossággal való előkészítésére; e helyett a betelepülések helyei és módjai nagyjából és hevenyészve lettek kijelölve, a részben fogyatékos, részben lazán kezelt építési szabály-

rendeletek pedig szintén kevés eredménnyel tudták a jó lakások termelését biztosítani. Mivel ilyenformán a közületek nem tartották kezükben kellő mértékben a városi települések kérdését, ezeknek megszervezése és megvalósítása átcúszott a spekuláció kezeibe, amely a lakástermelésben egyszerű üzletet látott, és azt így is oldotta meg: egyetlen célja a telkeknek mentül nagyobb mértékben való kihasználása volt, ami azok mentül sűrűbb beépítésével volt elérhető. így állottak elő azok a sűrű beépítések, amelyek minden egyes kis telken szűk udvarokat zártak körül, a szomszéd telkek beépítésére való tekintet nélkül; (1/a. és 2. ábrák); itt minden egyes telkek körülépített szűk, magas, sokszor egészen kútszerű udvara volt, rossz levegővel, elzárva az arra nyíló helyiségeket a napsugártól. A múlt század második felében Európa összes városai így épültek be, valóságos kőkonglomerátumokat képezve, amelyekben természetesen legtöbbet szenvedett a lakáségszégügy, amelynek feljavításához vezető első lépés — amelynek a lakások belső elrendezésének megjavítását meg kellett előznie — az volt, hogy a lakóépületek most leírt beépítési módját megváltoztassák, és ahelyett új, egészségesebb rendszereket létesítsenek. Ilyenek: a *szegélybeépítés* (1/b. és 3. ábrák) és a *sávós beépítés* (1/c. és 1/d., valamint 4. és 5. ábrák).

A *szegélybeépítésnél* az utcák általi határolt telektömb kizárólag az útvonalak mentén épül be az utcával párhuzamosan haladó összefüggő háztömbbel, míg a telkek belsejébe hátranyúló szárnyak nincsenek. Ezáltal megszűnnek az egyes telkenként körülzárt, helyesebben körülfalazott kisterjedelmű zugos udvarok, és helyettük a telektömb belsejében egyetlen összefüggő nagy terjedelmű kertesített térség áll elő, amelyre nyíló helyiségek csendjüknél és jó levegőjüknél fogva szinte értékesebbek az utcaiaknál (1/b. és 3. ábrák).

A *sávós beépítés* még tovább megy és teljes mértékben kiküszöböli a körülzárt udvar fogalmát, amennyiben nem építi körül a telektömböt sem, hanem nyitott, szabadonálló épületsávokat létesít, amelyek egymástól kertetel, illetőleg lakóúttal vannak elválasztva. Az épületsávokat lehetőleg észak-déli irányú tengellyel készítjük, hogy azok helyiségei felerészben keletnek, felerészben nyugatnak nézve, mindenképen naposak legyenek. A sávós beépítés lehet *kétoldalú* (Ve. és 4. ábrák), valamint *egyoldalú* (1/d. és 5. ábrák), aszerint, hogy két sáv néz egy közös utcára, avagy minden sáv előtt áthalad egy lakóút.

A most mondott beépítéseknél egymástól széjjelválasztva megállapítják a *főközlekedési útvonalakat*, az átmenő forgalom részére, és a *lakóútvonalala-*

*kát*, amelyeken át a lakóházakhoz jutunk; ilyenformán a szóbanforgó városrész szerves közlekedési hálózatba lesz foglalva.

## II. EGYSÉGES LAKÓTELEPEK ÉPÍTÉSE.

Az előző fejezetben tárgyalt rendezett, és úgy városfejlesztési, mint egészségügyi szempontból egyedül kifogástalan beépítési módok a legkövetkezetesebben az egységesen *megépített lakótelepeknél* vihetők keresztül, vagyis akkor, ha beépítetlen terepen egyöntetű irányítás mellett készül a lakásokat tartalmazó teljesen új városrész, amikor is semmiféle meglévő építményre, vagy gátoló telekfelosztásra nem kell tekintettel lenni. Bár ilyenek kisebb számban a múltban is épültek, nagyobb mértékben a világháború utáni két évtizedben fejlődtek ki, amikor egyrészt a lakástermelésnek négy éven át való teljes szünetelése, másrészt a városok lakói számának az I. fejezetben tárgyalt rohamos megnövekedése folytán a nagyvárosokban olymértetű lakáshiány állott elő, amelyet egyéni lakástermeléssel megoldani nem lehetett, hanem csak egységesen irányított telepépítkezéssel, amelyet vagy a közületek maguk hajtottak végre, vagy pedig anyagilag támogattak, és ennek fejében szellemileg irányítottak.

Ily esetben elsősorban is a városokban, vagy azok környékén egészséges, jólevegőjű, és a belső városmagba bevezető forgalmi úthálózatba közvetlenül bekapcsolható helyen megfelelő tágas és alkalmas területet kerestek, ezt felosztották az I. fejezetben tárgyalt elvek mellett úthálózatra és telektömbökre, ezzel együtt megállapították az egyöntetű beépítési módot, és mindezek megtörténte után tervezték meg a lakóházakat, amelyeknél minden egyes részletkérdést márcsak azért is különös gonddal kellett megoldani, mert számos példányban készülvén, azok előnyei és hibái megsokszorozódtak.

Hasonlóképen fokozott művészi gondossággal oldatott meg az épületek külső megjelenése is, amit elősegített a lakótelepek lényegében rejlő egyöntetűség, már eleve biztosítva a külső összkép nyugalmát, szemben az elszórt egyéni építkezésekkel. A telepes építkezésnek ez az előnye különösen a szabadonálló családiházak építési móddal szemben áll fenn, amelynek során nagymértékben elburjánzottak a fogyatékos műszaki és esztétikai felkészültséggel megépített és az egyes kis telkeken rendszertelenül széjjelszórt torz házak tömegei; amelyek a metropolisok külvárosainak képét közismert módon elégtelenítik, és amellet nem is gazdaságosak.

A 6. ábrán látható egy ily rendezetlen, úgynevezett „vad építkezés“, ezzel szemben a 7. ábrán egy egységes beépítésű, rendezett telep, mely utóbbinak egyöntetűsége nem „egyhangúságot“, hanem nyugalmat és esztétikai rendet teremt, amelynek szépségeit a minden külső beavatkozástól mentesen előállott faluképekből ismerjük, amelyek a természetes telepépítkezés eredményei (8. ábra).

Lakótelepes keretben építhető bárminő háztípus, így szabadonálló családiházak (7. és 10. ábrák), csoportos (iker, vagy négyes) házak (9. ábra), sorházak (10. ábra), melyek takarékos, de amellet a kertes családiházat megközelítő elrendezésük folytán nagyon alkalmasak telepépítkezéseknél, végül többemeletes bérházak (11. ábra), ez utóbbiak inkább a városok belsőjéhez közelebb eső területeken.

Az egységesen megépített lakótelepek keretében az egyes lakások előállítási költségei az egy időben és egy tömegben való termelés következtében alacsonyabbak, berendezésük és kivitelük jósága pedig a szakszerű és egységes irányítás következtében műszakilag és esztétikailag jobban biztosítható, mint az egyéni építkezéseknél.

Mivel a szakszerűen irányított telepes lakásépítés olcsó és jó lakások előállítására a legcélravezetőbb eszköz, ezért erre az építésmódra a szociális lakástermelésnél a jövőben is nagy szerep vár.

### III. A LAKASKULTŰRA FELFOKOZÁSA.

A lakásnak, mint egységnek kialakítása során az újabb építészet eredményeit két csoportba foglalhatjuk: az egyik a lakáskultúra megnövelése, a másik a lakosság széles rétegei számára szükségelt helyes lakástípusok megteremtése.

Az elsőbe tartozik tehát a megfelelő anyagi eszközök birtokában lévők részére nagyobbfokú lakáskényelem és magasabb lakáskultúra juttatása. Ez alatt az értendő, hogy amíg a drágábban épült lakásoknál a múltban költséges reprezentatív formai kiképzések révén a pénz főként külsőséges luxusra fordított, addig ma, részben a legújabb technikai lehetőségek felhasználásával, részben újabb ötletekkel és gondolatokkal a nagyobb fizikai és szellemi kényelemre.

A fizikai lakókényelem érdekében készülnek a különböző fajtájú központi fűtések, így a közismert melegvízfűtésen túlmenőleg, a mennyezetben

elhelyezett csöveken át való, vagyis „láthatatlan“ fűtések, előre tisztított és melegített levegő bevezetésével való együttes fűtés és szellőztetés (klíma-berendezések), központi melegvízkészítés, villanyfűzők a konyhában, a fürdőszobáknak higiénikus berendezésekkel való bőséges felszerelése, a nagyobb kényelmet biztosító különféle mellékhelyiségek létesítése, öltözők és garderobok beépített szekrényekkel, csengőjelzők helyett házitelefon-berendezés, könnyen tisztán tartható anyagok alkalmazása, mint fémek, kőlemezek, márvány, üveg, linóleum, gumi; bőségesen és jól burkolt, könnyen mosható falak; tágas pihenők és napozók kúrázásra, a hálószobák közelében terraszok testedzéshez, zuhannyal felszerelve, stb.

A pszichológiai lakókényelem azt célozza, hogy a testi gondozáson túlmenőleg a lakó lelkileg is jól érezze magát otthonában, ott nyugalmat, zavartalanságot és aktív szellemi munkára fokozottan inspiráló környezetet találjon. A lakás legyen derült és barátságos; mentes a régebbi ál-pompák okozta, és bizonyosfokú szertartásosságot maga után vonó hangulattól (64. ábra), e helyett fesztelen és derűs lelkiállapotban kívánja lakóját állandóan tartani. Ezt célozzák megnyugtató világos falai, nagyméretű osztatlan ablakfelületei, amelyek révén a belsőség térbelileg összekapcsolódik a természetel (12. és 66. ábra); fárasztó architektonikus részletképzések helyett a belsőt jó arányok, nemes anyagok, nyugodt szín- és fényhatások képezik ki, abban tágas és levegős áttekintések vannak: könnyű, praktikus, a mellett szépvonalozású bútorokkal, nyugodt és kellemes fényű mesterséges megvilágítással, mindenben a harmóniát keresve.

Ugyanez a kultúrált nagyvonalúság jelenik meg természetesen a külsőben is, ahol, éppúgy, mint bent, az építkezésre szánt költségek nem gazdag részletek túlhalmozására, hanem szép építészeti elgondolásokat kifejezésre juttató nemes anyagokra fordítatnak (13. ábra).

Ezek a lakások már alaprajzilag is elütnek a régiektől, mert szemben az azokban található mesterkéeltséggel, az alaprajzi vonalakban való erőlködéssel, amelyek révén minden helyiségnek valami különleges formát akartak adni, amellyel ezeknek a helyiségeknek a sora a valóságban végeredményben fárasztóvá lett (16. ábra), itt tiszta, áttekinthető és világos alaprajzi rendszer épül, amelyből ki lehet érezni azt a nyugalmat és harmóniát, amely azok belsejéből árad (14. ábra). Itt minden szoba négyszögletes, ami a helyiségek legtermészetesebb alakja; egymással logikus kapcsolatban állanak, úgy a földszinti nagy nappali helyiségeknél, mint az emeleti kisebb hálóknál,

amely utóbbiak egymás mellett sorban állva megközelíthetők az előtérből, és azokból egyben a homlokzat előtt végigmenő terraszra lehet kilépni (14. ábra, emeleti alaprajz).

#### IV. A LAKOSSÁG SZÉLES RÉTEGEI SZAMARA SZÜKSÉGES LAKÁSTÍPUSOK MEGTEREMTÉSE.

Amíg a most mondottakban a cél a lakáskultúrának magasabbfokú kialakítása volt, addig a mai építészet lakástermelő tevékenységének másik csoportja a *közép- és kiskeresetű* családok lakáskérdését kívánja megoldani, amely rétegek anyagi körülményei következtében nemhogy nem áldozhatnak lakásra annyit, aminek fejében egy ilyen teljes lakókényelmet biztosító nagy lakásban élhetnének, de amelynél egyelőre az elemi feltételeit kellett egy átlagos lakáskultúrának megteremteni. E tekintetben kétféle feladatot kellett megoldani:

a) Higiénia és lakáskultúrát belevinni a főként városokban élő nagytömegű középpolgári réteg lakásaiba.

b) Megoldani a még nagyobb tömegű kiskeresetű családok lakáskérdését.

Mindkettő tekintetében a lakás helyes megoldására az az út vezet, ha szabatosan megfogalmazzuk az illető lakáskategória igényeit, és azokat minden mellékszempont félretevésével világosan kielégítjük. Minél kisebb terjedelmű a lakás, annál jobban meg kell gondolni az abban lefolyó funkciót, hogy a rendelkezésre álló területet minél jobban kihasználhassuk.

Mindkét említett lakáscsoport a dolog természeténél fogva a leggazdaságosabban a több lakást tartalmazó házakban, vagyis a bérházak keretében oldható meg, amely bérlakásrendszer a múltban éppen a legrosszabb lakásokat termelte ki. Az első fejezetben látott helytelen telekbeépítések következtében előállott zárt-udvaros bérlakás beépítési rendszere (1/a. és 2. ábrák) nem volt alkalmas arra, hogy abban ily átgondolt és szakszerűen megoldott alaprajzokat osszunk be; ezek alapján véve, ha méretben, illetve terjedelemben elég nagyok is voltak, a szó szorosabb értelmében véve mégis „szükség-lakások“-nak tekinthetők, mert alaprajzuk nem a belső folyamatból kiindulva oldott meg, hanem ahogy a telek legkihasználhatóbb beépítése azt irányította (17. ábra).

Csak akkor állott módunkban a lakásokat a belső üzem részletes átgondolásával szakszerűen megtervezni, amikor ettől a beépítési módtól, miként



a 3—5. ábrákon láttuk, eltértünk, és a bérlakásokat szegély- vagy nyitott sávokban helyeztük el.

Ennél a tervezői munkánál a kiindulás a lakás rendeltetésének helyes megállapítása volt, és ez nem lehet más, mint a család részére kényelmes és jól berendezett férőhelyet biztosítani, amelynek első kelléke, hogy minden családtagnak meglegyen a maga fekvőhelye, és pedig külön a szülőknek, valamint külön a gyermekeknek, mégpedig nemenként elkülönített helyiségekben. Ha ez az igény ki van elégítve, akkor következhetik a többi, és pedig a család együttélése, a nappali tartózkodás, étkezések és vendégek fogadása, amelyek legegyszerűbben egy közös tágas nappali helyiségben elégíthetők ki. További helyiségek nem tartoznak a szükséges minimum sorába.

Ezen fogalmazás mellett a *középpolgári lakásnak* a régi egyforma, és pedig viszonylag nagy alapterületű, és a középtengelyben elhelyezett kétszárnyú ajtókkal összenyitott szobákból álló rendszere (18. ábra) nem fedi a szükségleteket, már csak azért sem, mert a lakó jövedelmének alacsony volta folytán csak kisszámú, legtöbbször kettő-, ritkább esetben háromszobás lakást tud bérelni, tekintve, hogy racionális háztartás mellett lakbérre az évi keresetének  $\frac{1}{3}$ -énél többet nem fordíthat. Hogy a városok lakosságának zöme anyagi okokból mennyire a kisebb szobaszámú lakásokba húzódik, arra példát nyújtanak Budapest adatai, amelyek szerint kerekén véve, a lakosság 44'2%-a egyszobás, 24'9%-a kétszobás, 12'2%-a háromszobás, 6'0%>-a négyszobás lakásban lakik.

A feladat tehát itt az, hogy egy viszonylag alacsony összeg ellenében előállítható területen, ami a 120—130 négyzetmétert nem haladhatja meg, oldjuk meg a középpolgári lakás célszerű elhelyezését.

Számos kísérlet és tanulmány révén e téren egy nemzetközi norma alakult ki, amely a középpolgári átlag-lakástípusok minimumát három kisebb-méretű hálóhelyiségben állapítja meg, amelyek egyikében a szülők, a másik kettőben a kétnembeli gyermekek elkülönítve alhatnak, és egy tágas, közös nappali-ebédlőben; eme programnálunk 120—130 négyzetméter területen helyezhető el (19. és 20. ábrák), és a megoldás természetesen együtt jár azzal, hogy e lakásokban az elmúlt korból visszamaradt reprezentatív megjelenésről le kell mondani, mert egy ily természetű lakásban higiénikusan és kényelmesen lakni, valamint egyidejűleg reprezentálni nem lehet.

A 21. és 22. ábrák Németországból származó megoldásokat tüntetnek fel, amelyek takarékosabbak, amennyiben 80 és 90 négyzetméter közötti

beépített összterületen osztják el a lakás helyiségeit; nem tartalmaznak személyzeti szobát, mert ott a nagyvárosok közép lakásainak 90%-ában nincs állandó háztartási személyzet, hanem csak bejáró.

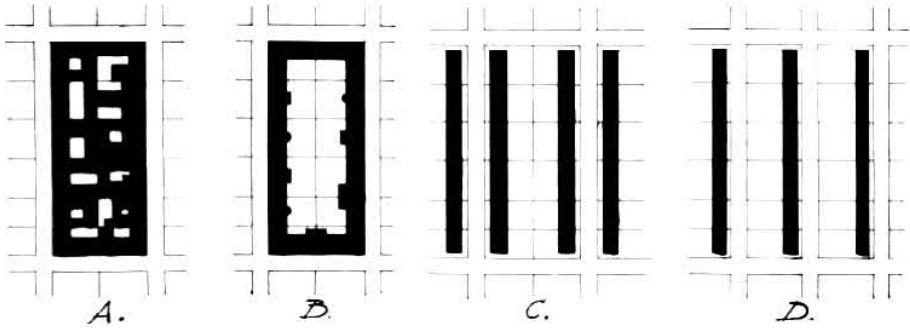
A *kiskeresetű néprétegek* lakáskérdésénél a feladatot a már ismertetett statisztikai adatok jelölik meg, amelyek azt mutatják, hogy ez a nagytömegű csoport — amely Budapesten majdnem a felét teszi ki az össz lakosságnak — a létező legolcsóbb lakástípusban, vagyis az egyszoba-konyhás lakásban lakik (23. ábra), amely úgy egészségügyi, mint erkölcsi szempontból kirekesztendő típus. Annál veszedelmesebb ez a helyzet, mert éppen ennél a néprétegnél a legnagyobb a gyermekáldás, minélfogva ezekben a lakásokban a legnagyobb a lakósűrűség, és pedig átlagban 3'5, ami annyit jelent, hogy egy egyszoba-konyhás lakásra átlag 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> egyén jut. Természetesen mivel ez a szám átlagot jelent, sok egyszobás lakásban ennél lényegesen több ember is lakik, így Budapesten kerekén 25.000 egyszobás lakásban lakik 4 lakó, 14.200 lakásban 5 lakó, 7100 lakásban 6 lakó, 2100 lakásban 8 lakó, és vannak olyanok is, amelyeknek egyetlen szobájában 10-en felül laknak! Ezek a lakások okozói egyrésztben a tüdővész terjedésének is, illetőleg annak, hogy azt nem lehet eredményesen gyógykezeltetni, hiszen ezeknél nemcsak hogy egy szobában nagyobb számban laknak, de egyetlen ágyban is többen alszanak.

A szociális lakástermelés feladata az idejétmúlt egyszobás lakás helyett olyan lakástípusokat készíteni, amelyekben annál nem sokkal nagyobb területen, vagyis cca 50—60 négyzetméteren a lakók több, egymástól elválasztott lakásegységben hálhatnak. A megoldás részben a ilakókonyhás, részben a hálófülkés elrendezéssel készíthető, amelyeknek a magyar viszonyokra alkalmas példái a 24—28. ábrákon láthatók. Gondoskodás történt itt tisztálkodási lehetőségekről is, és pedig a legtakarékosabban a konyhatérrel kapcsolatban létesített, és a takaréktűzhely melege álltati temperált vizű zuhany alakjában.

Külföldi megoldásra példa a 29—30. ábrákon látható.

A most legutóbb elmondottak képezik a mai építészet egyik legfontosabb feladatát, amelynél az építészet is kiveszi részét a társadalom biztonságának kiépítéséből, amelynek alapfeltétele, hogy a legszűkösebb anyagi körülmények között élő egyénnek is meglegyen a táplálkozásra és ruházkodásra kívül a harmadik legfontosabb életfenntartó kelléke: az emberi mi-voltához méltó lakása.

## I. A VÁROSOK BEÉPÍTÉSÉNEK MEGJAVÍTÁSA.



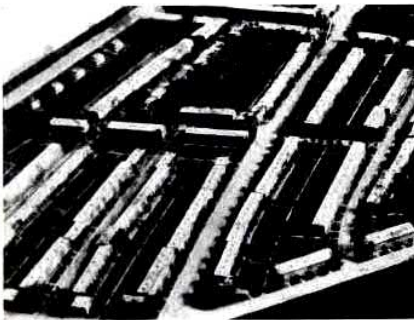
I. A telkek beépítésének különféle módjai.



2. Telkenként szűk udvarokat körülzáró rossz beépítés (A).



3. Szegélybeépítés (B).



4. Kétoldali sávos beépítés (C).



5. Egyoldali sávos beépítés (D).

## II. EGYSÉGES LAKÓTELEPEK ÉPÍTÉSE.



6. Zavaros benyomást keltő, rendszertelen, ú. n. „vad-építkezés”.



7. Nyugodt összképet adó telep-építkezés családi házakból.



8. A kötött rendszerben egymásmellett felsorakozó falusi házsor kellemes ritmust és jó képet nyújt.



9. Lakótelep négylakásos házakból.

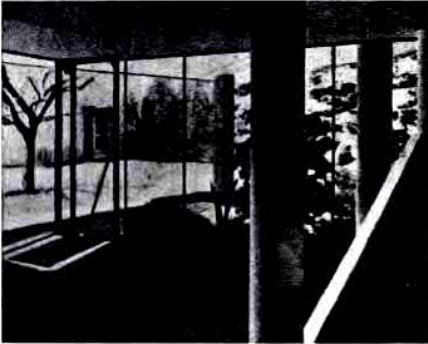


10. Lakótelep egyes családi házakból és sorházakból.

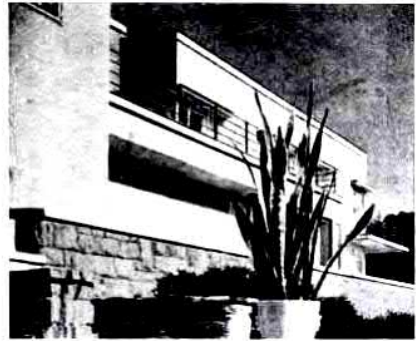


11. Városi lakótelep bérházakból.

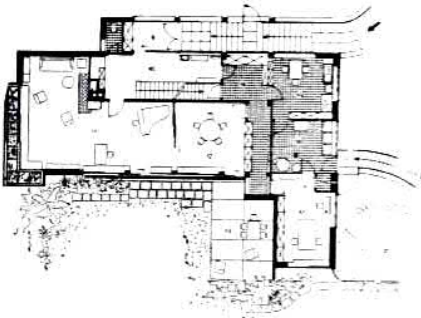
### III. A LAKÁSKULTÚRA FELFOKOZÁSA.



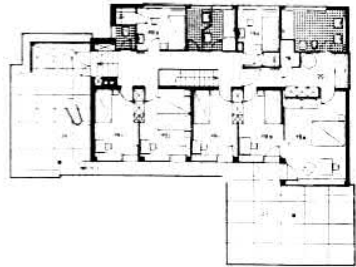
12. A belső összekapcsolása a külsővel, mint térképző eszköz.



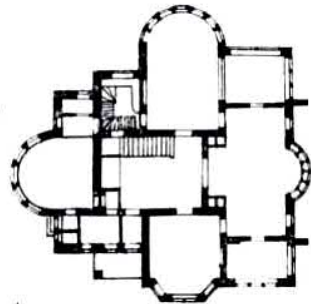
13. Egyszerű formákban és tömegekben, de nagyvonalú elgondolásban megtervezett és nemes anyagokból felépített luxuslakóház.



14. Nagyobb kényelmű lakóház világos és áttekinthető alaprajza, a helyiségek természetes és keresetlen egymásutánjával.

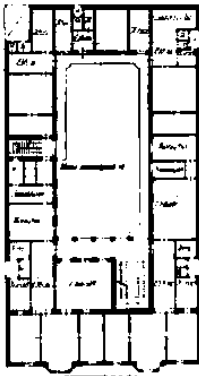


15. A 14. ábrához tartozó külső kép az épület minden luxusa mellett az alapelrendezés tisztaságát tükrözi vissza.

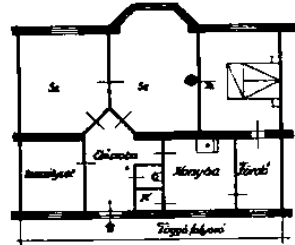


16. Régebbi, nagyobb költséggel épült lakóháznál az erőltetett pompa máraz alaprajz mesterkélt-ségében élő van készítve.

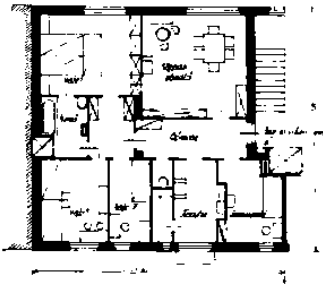
IVa. A POLGÁRI KÖZÉPOSZTÁLY HELYES BÉRLAKÁSTÍPUSAINAK KIALAKÍTÁSA.



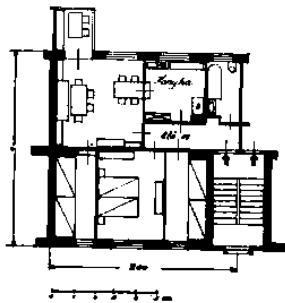
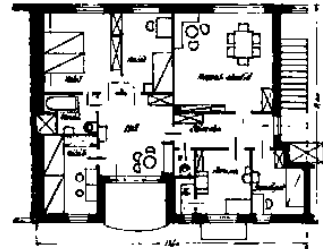
17. A tolkenként körülépített multi-századbeli bérházban a hibás beépítés miatt nem lehet a lakásokat szakszerűen megtervezni.



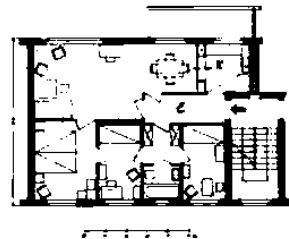
18. A századfordulóban elterjedt egyenlő terjedelmű nagyszobás lakások bűsűges összterületük (167 m<sup>2</sup>) dacára merőv rendszerük miatt nem idomultak az azokban lefolyó éllethez.



19. Úgy ez, mint a szomszédos 20. ábra kisebb alapterületűk dacára (128 és 136 m<sup>2</sup>) a lakásban lefolyó éllethez simulóan tagolt jobb beosztást tüntetnek fel.

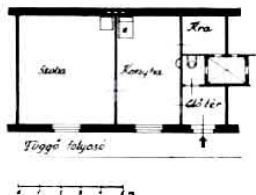


21. Takarékos és jó beosztású német polgári lakás hat ágyhellyel (84 m<sup>2</sup> beépített összterületen).

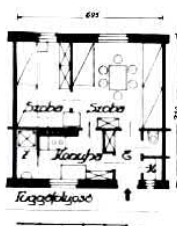


22. Ugyanaz mint a 21. ábra, de négy ágyhellyel (82 m<sup>2</sup>).

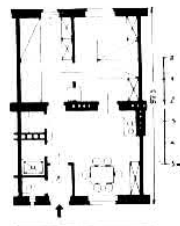
IVb. A KISKERESETŰ NÉPRÉTEGEK LAKÁSAINAK MEGOLDÁSA.



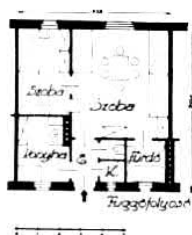
23. Rossz egyszoba-konyhás lakás (57 m<sup>2</sup> beépített összterülettel).



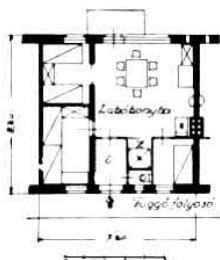
24. Öt-ágyhelyes lakás (50 m<sup>2</sup> beépített összterülettel).



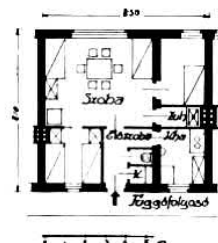
25. Négy-ágyhelyes lakás lakókonyhával (53 m<sup>2</sup> beépített összterülettel).



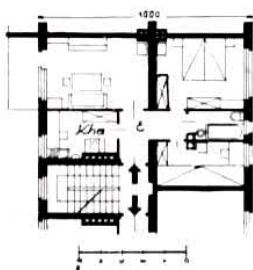
26. Öt-ágyhelyes lakás (56 m<sup>2</sup>).



27. Öt-ágyhelyes lakás lakókonyhával (61 m<sup>2</sup>).



28. Öt-ágyhelyes lakás (67,3 m<sup>2</sup>).

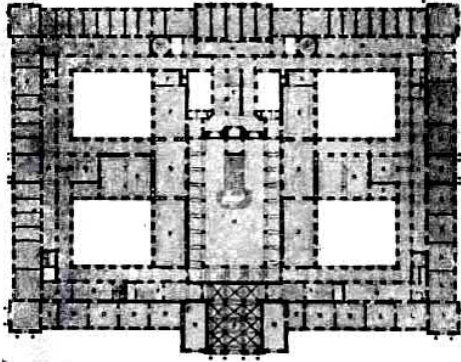


29. Német kislakástípus négy-ágyhellyel (66 m<sup>2</sup>).

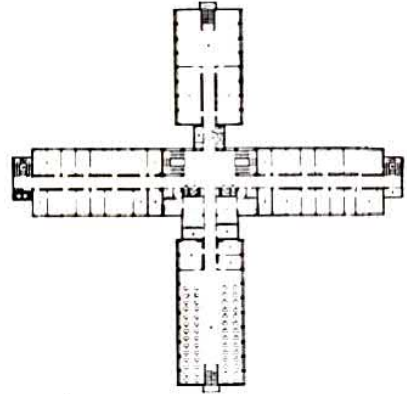


30. A 29. alatti lakásegységeket tartalmazó bérházakból alakult városkép.

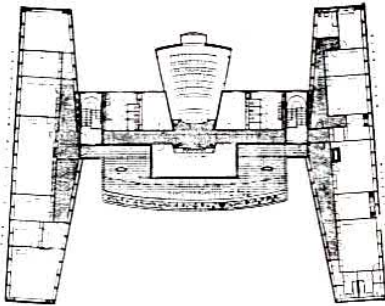
V. AZ ALAPELRENDEZÉSEK FOKOZOTT IDOMULÁSA A RENDELTETÉSHEZ.



31. Hivatali épület régi rendszerű alaprajza.



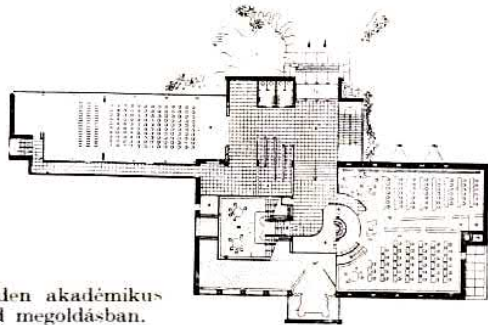
32. Új, gyakorlatias alaprajz hivatali épület részére.



33. Egészségügyi gondozóépület nyitott alaprajza.



34. A 33. sz. épület külső képe.



35. Könyvtár alaprajza minden akadémikus szimmetriától mentes szabad megoldásban.



VI. ÚJ SZERKEZETEK.



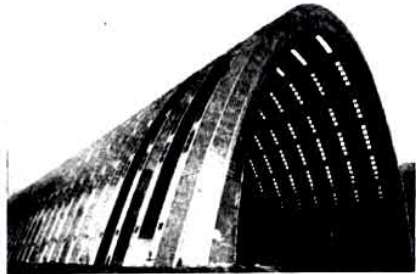
36. 70.00 m fesztávú autóbuseszarnok.



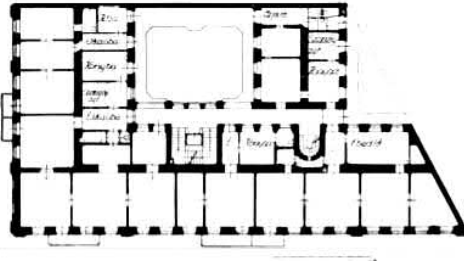
37. 73.00 m fesztávú sportesarnok.



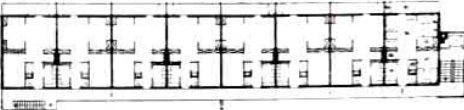
38. 38.26 m fesztávú vasúteszarnok.



39. 80.00 m fesztávú léghajó-hangár.



40. Háromemeletes tömörfalú ház alaprajza.



41. Nyolcemeletes pillérvázás szerkezetű ház alaprajza.



42. A 41. sz. épület könnyedséget nyújtó külső képe.

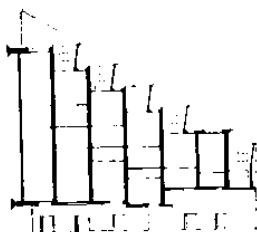
VI. ÚJ SZERKEZETEK (FOLYTATÁS).



44. A pillérvázis építésmódnál inkább kialakódnak a pilléreknek megfelelő széles ablakok.



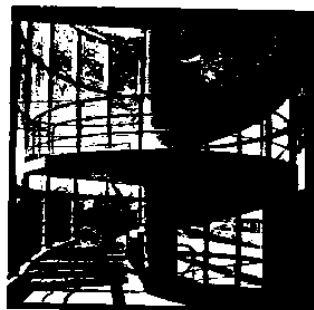
45. Kontrollisan elülrő nagy teherbírási mennyezetek.



46-47. Lépcsőzetesen visszaható homlokfal fekvő tornaszok létesítése céljából.



48. Alátámasztás nélküli nagyeméretű vasbeton előtű repülőgépek befogadására.



49. Örsönslupra épített szabaddon lebegő körlepesű vasbetontól.

## V. AZ ALAPRENDEZÉSEK FOKOZOTT IDOMULÁSA A RENDELTETÉSHEZ.

Az épületek megoldásánál az első és legfőbb cél az, hogy azok minél használhatóbbak legyenek; a mai építészet főjellemvonása a célszerűsre való fokozott törekvés.

Ez a tulajdonság jellemzi a mai életet minden téren és annak erős kihangsúlyozását a technika rohamos fejlődése idézte elő, ami lehetővé tette az egész életberendezésünknek és az azzal összefüggő minden funkciónak gyakorlatiasabb kialakítását; így a közlekedés, világítás, fűtés, táplálkozás, ruházkodás, egészségügyi gondozás, adminisztráció, ipari és mezőgazdasági termelés, stb. terén. Lehetetlen volt, hogy ebben a nagy áramlatban éppen azok az alakítások, amelyek a mai fokozottan gyakorlatias életnek és munkának a hajlékait adják, vagyis az épületek legyenek kivételek.

Ezért a mai építészet egy feladat megoldásánál először kitanulmányozza annak rendeltetését és arra szabja rá — mint egy modellre — az épület köntösét, úgy, hogy azt mindenben fedje. Az épület alaprajzát és felépítményét a benne lefolyó funkció állapítja meg, amelyet az épületnek minden részletében ki kell szolgálni, úgy, hogy az abban zavartalanul és súrlódásmentesen bonyolódjék le. Egy jól megoldott épületnek úgy kell működnie, mint egy jóhatásfokú gépnek; benne a szellemi és fizikai munka célszerűen, kevés megerőltetéssel és sok eredménnyel legyen végezhető; üzeme energiában takarékos, míg egy rossz épület üzeme költséges. Az üzemmenet sorrendjének megfelelő jó egymásutánja a helyiségeknek, az összetartozóknak együvé csoportosítása, az üresjáratú közlekedéseknek kirekesztése, a helyiségeknek az üzem menetéhez idomuló alakja, mérete, megvilágítása, kiképzése és berendezése, — ezek a célszerűség fizikai, de egyben pszichológiai kellékei is, mert egy világos és áttekinthető, könnyű munkamenetet biztosító épületben az ott dolgozók és élők szellemileg is kevésbé fáradnak ki; a jó helyiségkapcsolatok és kényelem a munka zavartalanságát biztosítják és tudat alatt megnyugtatólag hatnak, minélfogva abban többet és jobbat termelnek, mint egy célszerűtlen épületben.

Egy jól megoldott épület ma már nem egy, a külső ellen védelmet nyújtó egyszerű fedél, hanem élő szervezet, amely együtt dolgozik a benne élő és munkálkodó emberekkel, segít nekik, azoknak úgyszólván fizikai és szellemi munkatársa. Ez a tulajdonság teszi az épületet valóban „modern“

épületté, nem pedig divatos külsőségek, amelyek mögött egészen rossz és célszerűtlen épület is meghúzódhatik.

összehasonlításképpen bemutatjuk a 31. ábrában egy régi, és a 32. ábrában egy új elvek szerint megépített hivatali épület alaprajzát; az előző zárt rendszerben, körülépített udvarokkal és azok mentén körbemenő hosszadalmas, sokhelyütt sötét folyosóhálózattal készült, az utóbbi udvar nélküli, nyitott elrendezésű, keresztalaprajzú, központosán fekvő lépcsőzetekkel, amelyekből a sugarasan kiágazó négy szárny legvégső pontjai is rövid és egyenes úton könnyen elérhetők.

A 33. és 34. ábrákon egy egészségügyi gondozó-intézet látható, nyitott, „H“-betűszerű alaprajzzal, középen nagy elosztó-csarnokkal, vele szemben a trapézalakú előadóterem, kétoldalt a kezelőhelyiségeket tartalmazó szárnyak; minden helyiségrész közvetlenül és jól megvilágítva; innen az alaprajz nagymértékű megnyitottsága.

A 35. ábra egy közkönyvtár alaprajzát mutatja, mely minden akadémikus megkötöttség nélküli szabad elrendezést képez, ahol az egyes helyiségek méretben és alakban úgy formálódnak, terjeszkednek, illetve csoportosulnak, ahogy azt a könyvtár komplikált üzeme megköveteli.

## VI. ÚJ SZERKEZETEK.

A rendeltetés maradéktalan kielégítését elősegíti a szerkezetek fejlődése, amelyek révén ma már úgyszólván minden megkötöttség nélkül lehet az épületben a helyiségeket úgy csoportosítani, ahogy azt annak üzeme kívánja. Amíg a régebbi építésmódoknál az egymás fölött fekvő emelet-sorok alapelrendezései a nehézkes főfal-rendszer révén kötve voltak egymáshoz, addig ma már tudunk különféle területű, magasságú és alakú helyiségeket tetszés szerint egymás mellé és fölé építeni. Mondhatni, hogy bárminő térelrendezéshez meg lehet találni a hozzá szükséges szerkezeti megoldásokat, amelyek ma főképpen vasbetonból és vasból készülnek. E két anyag fő tulajdonságai egyrészt nagy teherbírásuk, másrészt, főként a vasbetonnál, nagyfokú alkalmazkodó képességük a különféle szerkezeti alakzatokhoz, amelyek az épületekben szükségesek. Az első következtében kevés helyet foglalnak el, vagyis kisvastagságú, illetve keresztmetszeti méreteket igényelnek, a másik folytán pedig könnyen hozzáidomíthatók a tervezett épületalkatrészekhez és terekhez. így lehet vasbetonból készíteni alapozást, oszlopot, pillért, falat, mennyezetet, gerendákat, áthidalásokat, lépcsőket.

párkányt, erkélyt, tetőt, boltozatot, kupolát, szóval minden néven nevezendő szerkezeti alkatrészt. Az eme szerkezetek által elérhető előnyöket a következő három pontban foglalhatjuk össze:

a) *Nagy fesztávolságokat* lehet velük áthidalni közbűső alátámasztó pillérek vagy oszlopok alkalmazása nélkül, gazdaságosan, könnyű szerkezetekkel, vagyis kevés súllyal. Amíg a történelmi építészetben falazott boltozatokkal a legnagyobb áthidalás a 40 m-t alig haladta meg (a római Pantheon átmérője 43'50 m, a római Szent Péter-templom kupolájáé 42'08 m), addig az újabb vasbeton- és vasszerkezetekkel 80—100 méternyi fesztávokat is át lehet hidalni, a legújabban készülő torzfelületű vasbeton-héjboltozatokkal még hozzá eddig elképzelhetetlenül kis szerkezeti méretek alkalmazásával. A 36—39. ábrákon láthatók közbűső alátámasztás nélküli, nagy fesztávolságú terek, melyek főként vásárcsarnokok, autógarázsok, repülőgép- és léghajóhangárok, valamint sportcsarnokok részére szükségesek.

b) *Nagymagasságú építmények* készíthetők.

A régi falazott építésmód mellett az épületek magassága 4—5 emeletre korlátozódott, mert az emeletek számával arányosan növekvő teher miatt az alsó emeletsorokon a falakat fokozatosan vastagítani kellett, ami a mondottnál nagyobb emeletszám mellett alul már olyan széles falakat eredményezett, hogy ezek miatt a helyiségek terjedelme az alsó emeletsorokon sokszor a használhatóság rovására lecsökkent, így főként bérházaknál; azonfelül a sok tömör fal nagy súllyal terhelte az altalajt. Ezzel szemben ma a magasabb épületeket nem tömör téglafalalból építjük, hanem egymástól cca 5—6 m távolságba állított vasbeton-, nagyobb magasságok esetében pedig vaspillérekkel, amelyeket emeletenként, mint egy nagy lemez, a mennyezetek kapcsolnak össze és merevítenek. A pillérek hordják az épület terheit és közöttük könnyű hőszigetelő, kitöltő falazóanyaggal készülnek az elhatároló falak. Az épület tehát egy vas-, vagy vasbetonszerkezetű vázból áll, amelynek egyébként is vékony pillérei lefelé nem vastagszanak, e helyett hordképességük több vas hozzáadásával lesz a szükséges mértékben megnövesztve; így az összes, vagyis alsó és felső emeletsorok helyiségei pontosan egyforma alapterületűek. A könnyű vázas szerkezet súlya is kisebb, mint a tömör téglafalalásé, és így a talajra kevesebb teher jut. A 40. ábra egy régebbi építésmód mellett készült tömőrfalú háromemeletes lakóház alaprajzát mutatja be, nagy falvastagságokkal, míg a 41. ábra egy pillérvázás nyolcemeletes bérházét, amelynek alaprajzában első rátekintésre észlelhetően hiányzanak a széles faltestek, e helyett egyes pontokon álló vaspillérek hord-

ják a terhet, amelyek lefelé nem vastagodnak, aminek következtében mind a nyölc emelet helyiségei egyforma területűek. A vázas épületek megjelenése is könnyed, mint az a 42. ábrán látható.

A vázas építkezés tette lehetővé a most bemutatott és az európai nagyvárosokban már mindenütt megjelenő 8—10 emeletes, úgynevezett „közepes magas“ házakon túlmenőleg a „nagy magasságú“ házak építését, 30—40 emelettel, sőt ennél magasabban is, így főként az Északamerikai Egyesült Államokban (43. ábra).

A pillérvázás építésmód mellett önként kínálkozik, mint annak velejárója, a nagyszélességű ablakrendszer, mivel a falsíkok, mint láttuk, pillértől-pillérig üresek, és azokba minden további nélkül behelyezhetők a pillérköz-szélességű ablakok (44. ábra).

c) A vas- és vasbetonszerkezeteknek már említett sokoldalú formálhatósága folytán oly *különleges megoldások* létesíthetők, amelyek speciális elrendezésbeli igényeket elégítenek ki. Ilyenek: nagyméretű szabadon lebegő mennyezeti lemezek, amelyek például egy áruházban autók elhelyezésére szolgálnak (45. ábra); az emeletsoroknak felfelé való fokozatos visszaugratása, ami gyógyintézeteknél végigmenő fekvőterraszok létesítését teszi lehetővé (46—47. ábrák); nagyméretű előtetők létesítése alátámasztás nélkül, amelyek a zavartalan kilátást igénylő sporttelepi tribünöknél, valamint repülőgéphangároknál nélkülözhetetlenek (48. ábra). Különleges, egészen a bizarrságig menő merész alakítások létesíthetők a vasbetonszerkezetekkel, mint például a 49. ábrán látható lépcsőzet, mely mindössze egy középső orsóoszlopra támaszkodva szabadon lebeg.

## VII. A RENDELTETÉS FOKOZOTT KIELÉGÍTÉSÉNEK ÁTFORMÁLÓ HATÁSA A KÜLSŐRE.

Az V. fejezetben láttuk, hogy a mai építészet az épületek rendeltetéseit fokozatosan igyekszik kielégíteni, a VI. fejezetben pedig, hogy eme törekvését nagyban elősegítik az új szerkezetek. Mármost egyrészt a célszerűségi szempontokból kiadódott alkata az épületeknek, másrészt a velejáró új szerkezetek lényegesen átformálták azok megjelenését úgy belül, mint kívül, miértis azok már első ránézésre lényegesen eltérnek egy régebbi időben keletkezett épület képétől.

A múlt század második felében az épületek kiképzésénél a különféle történeti stílusok formáit alkalmazták, aminél fogva az épület jellegét első-

sorban ezek a *stílusok* adták meg, maguk mögé rejtve annak rendeltetését; ezzel szemben ma a *rendeltetés külső érzékeltetése* karakterizálja a homlokzatokat. Vagyis, amíg a múlt század végén lezajlott, és a történelmi stílusokat sorban utánzó, úgynevezett „eklektikus“ korban görög, római, román, gót, renaissance, barokk és rokokó homlokzatok épültek — nem lényeges eltéréssel a tekintetben, hogy mi volt az épület rendeltetése, illetőleg annak belső tartalma —, addig ma iskolák, kórházak, hivatalok, bérházak, gyár-épületek homlokzatait látjuk keletkezni, amelyek a külsőben a rendeltetésüket hangsúlyozzák ki, és azok ilyesformán első pillantásra fel is ismerhetők.

A homlokzati kiképzésnél a történelmi formákkal két okból kifolyólag kellett felhagyni. Az *egyik ok* az, hogy ezek a formák egyes elmúlt korok szülöttei, és csak saját korukban voltak természetesekek, őszinték és tartalmasak, míg a múlt században utánzótt példányokból hiányzott az eredetiek lelke és varázsa. Csak egyes kivételes nagy művészeknek sikerült a több évszázaddal előbb keletkezett formák felhasználásával értékállóan művészi objektumokat létrehozni addig, ameddig azok, vagyis a formák gyakorlati okokból összeütközésbe nem kerültek az illető épület elrendezésbeli igényeivel, amivel elérkeztünk a *másik okhoz*, és ez az, hogy egy modern épületnek történelmi köntösbe való beöltöztetése, ha az stílushűen történik, úgy akadályozza az épület gyakorlati igényeinek maradéktalan kielégítését, ha pedig simulni kíván az épület igényeihez, úgy mint történelmi stílus, kénytelen eltorzulni. Vagyis vagy stílushű lesz a homlokzat, de akkor nem felel meg az épület rendeltetésének, vagy megfelel annak, de akkor, mint stílushomlokzat lesz rossz.

Ez a tény fokozatosan jutott felismerésre, és a századfordulóban a történelmi stílusokból való átmenet érdekesen és pontosan követhető lépésekben történt, eleinte kompromisszumokat létrehozva a két felfogás között, majd a történelmi formák fokozatos visszaszorításával igyekeztek azokat kötetlenebb egyéni formákkal helyettesíteni, amelyek azonban többnyire szélsőből fakadva, nem voltak időtállóak, és nem is fedték az igényeket; végül teljesen szabad utat nyitva a rendeltetészerűségnek, állottak elő az egészen őszinte és tiszta tárgyilagos homlokzatok. Ezt a fejlődési folyamatot az 50—54. ábrák mutatják az áruházak esetében, ahol látható, hogy a zárt homlokfalú masszív részletképzésű barokk, palotaszerű áruházról (50. ábra), hogy jutottunk el a gótstíliú (51. ábra), majd fantasztikus egyéni formaképzésű homlokzathoz (52. ábra) után ahhoz a megjelenési módhoz (53. és főképpen az 54. ábra), amely az áruház céljait legjobban kielégíti, és mint ilyen, a rendeltetését leghívebben ki is fejezi.

Az 55—62. ábrákon többfajta épület külső képe látható egymás mellé állítva régebbi és újabb felfogásban megoldva, és pedig:

*Gyárépület:* 55. ábra: Kulissza-homlokzat reáerőszakolt idegen díszítésekkel. 56. ábra: Ugyanazon rendeltetésű építmény dekoratív erőlködések nélküli szerves homlokzata.

*Iskola:* 57. ábra: Történelmi hangulatot teremtő nehéz olasz kora-renaissance formaképzésű homlokzat. 58. ábra: A tantermeget nagy ablakokkal világosan kimutató valódi iskolahomlokzat.

*Szálloda:* 59. ábra: Erőltetett és fárasztó változatosságokkal túltarkított nyugtalan megjelenés. 60. ábra: A belső szobasoros rendszerét szervesen visszatükröző, logikus és nyugodt homlokzat.

*Vasúti pályaudvar:* 61. ábra: Renaissance-stilus gazdag formáival megoldott múlt századvégi homlokzat, mely kastélyszerű benyomást kelt. 62. ábra: Az állomásépület jellegzetes kellékeit (végigmenő perrontető, járműaláhajtó, mellette nagyablakú várócsarnok) jólesően és természetes alakban érzékeltető megoldás.

Mindezekben látható, hogy nem a formák, hanem az épület helyes megoldásában rejlő logikának a külsőben őszintén kifejezésre való juttatása adja meg a kiképzés helyes módját, természetesen a művészi képességekkel bíró építész szűrőjén át bocsátva, aki az épület belső organizmusát annak hű visszatükrözése mellett egyben artisztikummal telítve képes a külsőben visszaadni.

A mondottakból következik az, hogy mivel a külső kialakításoknál az elmúlt századbeli dekoratív, és pedig túlnyomóan történelmi köntösbe való öltöztetéssel szemben jelenleg egy, a belsőből fakadó őszinteség lépett, ezek a mai alakítások keresetlenebbek és egyszerűbbek, mint a múltbeliek voltak; nem vesznek segítségül, legalábbis olyan mértékben, mint amazok, külsőséges díszítőelemeket, mert ezek zavarnák a mondott törekvéseket. Innen ered a mai homlokzatoknak viszonylagos síma volta, amivel azok nemes és tartalmas egyszerűséget kívánnak nyújtani. Ez nem tévesztendő össze a sivársággal, ami viszont azonos a lélektelenséggel, és előáll gazdagon tagozott homlokzatoknál is, ha azokból hiányzik a lélek, amelytet díszítésekkel pótolni nem lehet.

Magától értetődő, ha valami „csak egyszerű“, az önmagában véve még nem szép, mert a tartalom nélküli egyszerűség azonos a szegénység fogalmával, amire sohasem szabad törekednünk.



## VIII. A BELSŐSÉGEK MEGOLDÁSA.

Hasonló meggondolás! folyamat alakította át az épületek belsősegeit is, amelyek még közelebb állanak az épületben lefolyó funkciókhoz, mert hiszen ezek azokban zajlanak le, legyen az lakás, munkahely, gyár, hivatal, gyógyintézet vagy szórakozóhely stb.

A múlt század második felében itt is a történelmi korú belső kiképzéseket utánozták, amelyek formailag is, és a helyiség célját tekintve is, alapjában idegenek voltak. E tekintetben főként a francia királystílusok terjedtek 01, a XIV. Lajos, a rokokó, az empire stílus stb. (63. ábra), amelyek a kispolgári lakóházba éppúgy behatoltak, mint a hivatalok, szállodák, kórházak, hangversenytermek, színházak, sőt az óceánjáró-hajók termeibe is, mindeme helyiségeknek eme stílus természetéből kifolyólag elsősorban előkelőséget és pompát akarván nyújtani, ami azután odavezetett, hogy ehhez a stílushoz igazodtak a helyiségek berendezései is, majd annak egész atmoszférája, és végeredményben az abban lefolyó életet is befonta egy álelőkelősödés (64. ábra).

A századfordulóban beállott felfogás megtisztítólag hatott ezekre a kiképzésekre is.

Egyrészt a reprezentatív törekvéseket az azokra nem alkalmas helyiségekből kiszorította, visszaadva részükre az őket megillető hangulatot, így elsősorban a lakás helyiségeinél. A 65. ábrán egyszerűbb, a 66. ábrán gazdagabb lakás szobájának képe látható: az elsőben szerény eszközökkel és sok ízléssel kialakított rokonszenves és keresetlen belsőt látunk; az utóbbiban a luxust a 64. ábrával szemben nem túlhalmozott és történelmi pompát utánozó fárasztó díszítések szolgáltatják, hanem az a tisztaság és átfogó gondolkozás, ami a helyiségben nagystíliú légkört teremt.

Másrészt a rendeltetésüknél fogva indokoltan kihangsúlyozandó belsősegeknél megteremtette azok helyes kifejezőmódját, a történelmi múltnak a mi részünkre idegen formáitól mentes alakban, a homlokzatokhoz hasonlóan kevesebb keresettséggel, de ugyanúgy több tartalommal; a gazdag dekorációk lemerséklésével, azoknak tömegét ízléssel pótolva, és nem utolsósorban a helyiség rendeltetéséből kifolyó jelleget kifejezésre juttatva (67. és 68. ábrák).

A 69—74. ábrákon egymás mellé állítva láthatók azonos rendeltetésű belsősegek kiképzései a századforduló éveiből, és napjainkból.

*Pályaudvar várócsarnoka:* 69. ábra: A római császári therma monumentális központi csarnokának utánzása térben és részletekben egyaránt, annak nagy magassági méreteivel. 70. ábra: Történelmi hangulattól mentes, gyakorlatias megoldása ugyanannak; alacsonyabb, jól megvilágított tér, síma falakkal, könnyen tisztán tartható kivitelben, az előbbennek itt nem helyénvaló ünnepélyes hatáskeltése nélkül.

*Hangversenyterem:* 71. ábra: Klasszikus részletekkel megoldott, úgy arányaiban, mint formáiban igen szép háromhajós történelmi térség, oszlopsorral elválasztott karzattal. Inkább önmagáért készült monumentális ünnepi csarnok, mint szakszerű hangversenyterem, melynek jó példája a 72. ábrán látható: a tér alakját akusztikai okok formálták ki. és oly, részben sík, részben hajlított felületek határolják, melyek a hang zavartalan terjedését a terem minden részébe elősegítik. Részleteket és díszítéseket eme felületek nem bírnak el, de nem is kívánnak meg, mert a teljesen nyugodt felületekkel határolt tér nem kívánja a hallgató figyelmét magára vonni, hanem teljesen átengedi azt a zenei élménynek.

*Templom:* 73. ábra: Középkori gondolatból kiindított tér, amely a század-eleji egyéni részletdíszítésekkel lett kiképezve és egyben elaprózva is; így a boltozat szőnyegmintás kiképzése a templomhoz idegenszerű. A 74. ábrán látható tér a régi keresztény templomok egyszerű kereteiben lett megoldva és azok keresetlen mély áhíthatát fejezi ki.

VII. A RENDELTETÉS FOKOZOTT KIELÉGÍTÉSÉNEK ÁTFORMÁLÓ HATÁSA  
A KÜLSŐRE.



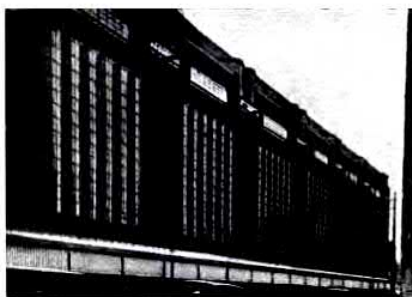
50. Áruház barokk stílusban.



51. Gót stílusban.



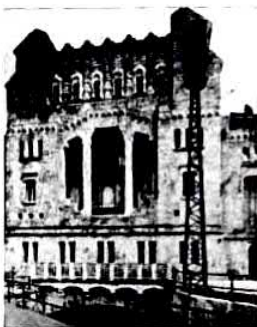
52. Egyéni formaképzéssel  
megoldva.



53. A belső tér egységét hangsúlyozottan  
kifejezésre juttatva.



54. Szerkezetileg és rendeltetés szempontjából  
egyaránt a legfejlettebb megoldás.

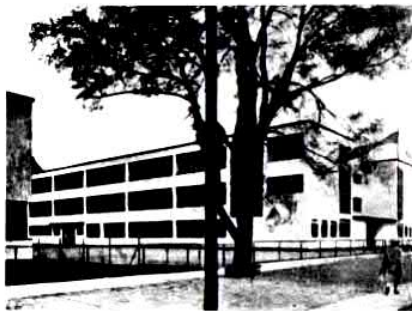


55—56. Gyáreépület homlokzata régebbi és újabb feltölgásban.

VII. A RENDELTETÉS FOKOZOTT KIELÉGÍTÉSÉNEK ÁTFORMÁLÓ HATÁSA  
A KÜLSŐRE (FOLYTATÁS).



57. Iskolaépület homlokzata régebbi, és



58. újabb felfogásban.



59. Hegyvidéki nagyszálló külseje régebbi és



60. újabb felfogásban.



61. Vasúti pályaudvar épülete régebbi és

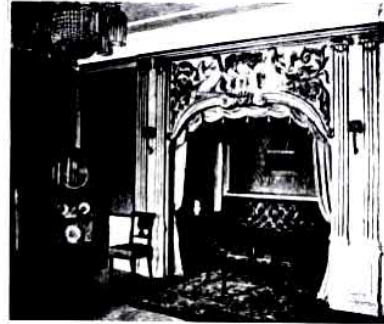


62. újabb felfogásban.

VIII. BELSŐSÉGEK MEGOLDÁSA.



63. XVIII. századbeli francia palota regence stílusú terme.



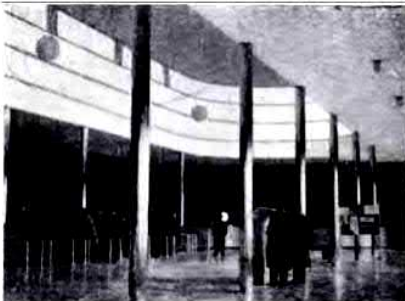
64. Jelen század elején készült lakásnak az előzőből inspirált fogadószobája.



65. Lakószoba szerény eszközökkel, de sok ízléssel kiképezve.



66. Gazdagabb lakás fogadószobája, amelyben a luxust nem formai díszítések, hanem annak nagyvonalú benyomása képezi.



67. Postaépület felvevő-csarnoka.



68. Könyvtárépület belső központi elosztó-terme.

VIII. BELSŐSÉGEK MEGOLDÁSA (FOLYTATÁS).



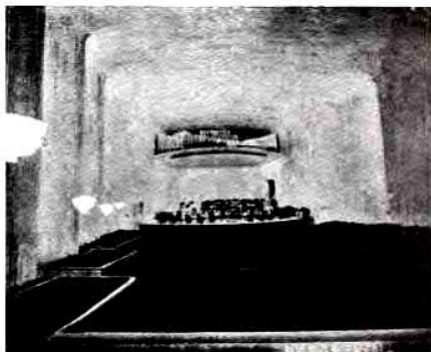
69. Pályaútvár vörösesarnokának kiképzése régebbi és



70. újabb felfogásban.



71. Hangversenyterem régebbi és



72. újabb felfogásban.



73. Templomtér kiképzése a századfordulóból.



74. Ugyanaz mai értelmezésben.

## FÜGGELÉK

*Az ábráknak, az azokon foglaltatott építmények szerzőinek és az ábrák forrásainak megnevezése.*

2. Heilig: „Stadt und Landbaukunde.“ c. műből. [Hansa Luftbild G. M. B. H. Berlin.]
3. Hamburg: Bérházak a Jarrcsstrasse menten. [Luftverkehrs Gesellschaft Hmbg. felvétele.]
4. Berlin—Zehlendorf: Lakótelep. Terv. Bruno Taut. Modellfénycép. [Dr. Gut: „Der Wohnungsbau in Deutschland nach dem Weltkriege“ c. műből.]
5. Bad Dürrenberg: Lakótelep. — Terv. Alexander Klein.
8. Fertőszéplak, utcakép. [„A Fertő-vidék népének építészete“ c. műből; a „Magyar ház barátai“ kiadása.]
9. Köpenick: Lakótelep. 1921—22. Terv. Rudolf Salvisberg. [Wohnbauten und Siedlungen aus deutscher Gegenwart.]
10. München—Ramersdorf: Lakótelep.
11. Berlin: Lakótelep. [Heilig: „Stadt und Landbaukunde“, Hansa Luftbild.]
12. Zürich, Doldertal: Lakóház. Terv. A. és E. Roth és Breuer Marcel. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
13. Taunus: lakóház. Terv. Peter Behrens.
- 14—15. Goldbach (Zürich): Lakóház. Terv. M. E. Haefeli. [A. Roth: „Die neue Architektur.“]
- 19—20. Szerző tervei.
21. Berlíni bérlakások; Mcbes és Emmerich terve.
22. Dürrenberg, bérlakások; Alexander Klein terve.
- 24—28. Szerző tervei.
- 29—30. Berlin: Kislakásos telep Spandau—Haselhorst-ban. Terv. Forbát Alfréd.
31. Bécs: igazságügyminisztérium. 1875. — Terv. A. Wielemann.
32. Prága: Irodaépület. 1932. Terv. I. Havlicek és K. Honzik. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
- 33—34. Finsburg: Egészségügyi gondozóintézet. Terv. Tecton [The Architectural Review 1939]
35. Viipuri: Közkönyvtár. Terv. Alvar Aalto. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
36. Budapest: Székesfővárosi autóbusz-garage. Terv. Dr. Mihailich Győző és Dr. Hüttl Dezső.
37. Wembley: Sportsarnok. Terv. Owen Williams. [Moderne Bauformen, 1935]
38. Rheims: Vásárcsarnok. Terv. Maigrot.

39. Orly: Léghajóhangár. Terv. Freyssinet. [Vischer—Hilberseimer: „Beton, als Gestalter“.]
40. Budapest, V., József-tér 5. sz. alatti bérház.
- 41—42. Rotterdam: „Bergpolder“ lakóház. Terv. Tijn, Brinkmann, van der Vlugt. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
43. New York: a Daily News irodaháza. (1930). Terv. Raymond Hood.
44. Bern: Suvahaus. Terv. Salvisberg és Brechbühl.
45. Paris: Garage Marbeuf. Terv. Laprade és Bazin. [Gescheit & Wittmann: Neuzzeitlicher Verkehrsbau.]
- 46— 47. Passy: Sanatorium „Guebriant“. Terv. Abraham le Meme. [Exposition d'Architecture Française, 1934.]
48. Lyon: Légi kikötő hangárja. Terv. Chomel, Verrier és a Limousin R. T. [L'Architecture d'aujourd'hui, 1939.]
49. Blackpool: Casino. Terv. I. Emberton. [The architectural Review. 1939]
50. Berlin: Wertheim áruház legrégebb épülete (Oranienstrasse). Terv. A. Messel.
51. Berlin: Wertheim áruház a Voss-strasse mentén. Terv. A. Messel.
52. Düsseldorf: Titz áruház. Terv. Olbrich.
53. Hága: Bijenkorf áruház. Terv. P. Kramer. [Yerburg: Moderne Bauten in Europa.]
54. Chemitz: Schocken áruház.
54. Trezzo d'Adda: Transformatórház.
56. Berlin: a Siemens művek egyik épülete. Terv. Hans Hertlein.
57. Berlin: Iskola. Terv. L. Hoffmann.
58. Celle: Elemi iskola. Terv. Otto Haesler. [Stein, Holz, Eisen III.]
59. Semmering: Südbahn Hotel.
60. Újtátrafüred: Gyógyszálló.
61. Amsterdam: Pályaudvar.
62. Firenze: Új pályaudvar.
63. Versailles: Salle du Conseil. [E. A. Bourdier, „Le chateau de Versailles“.]
65. Franz Schuster: Eine eingerichtete Kleinstwohnung.
66. Goldbach (Zürich): Lakóház. Terv. M. E. Haefeli. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
67. Róma: Kerületi postaépület a Laterán mellett.
68. Viipuri: Közkönyvtár. Terv. Alvar Aalto. [A. Roth: „Die neue Architektur“.]
69. Washington: Pályaudvar.
70. Firenze: Új pályaudvar.
71. Wiesbaden: Gyógytercsmépület. Terv. F. Thiersch.
72. Göteborg: Hangversenyház. Terv. N. E. Eriksson.
73. Stoppenberg: Plébániatemplom (1906—8). Terv. C. Moritz.
74. München: S. Sebastian-templom. Terv. O. Kurz



# AZ ÉLELMÉZÉS PROBLÉMAI

ÍRTA  
VUK MIHÁLY

*Őseink tápláléka.*

A BŰNBEEESÉS óta táplálékát verejtékes munkával kereső ember az ősidőkben alig különbözött az állattól; éhsége csillapítására a természet nyújtotta termékeket egyszerű elfoglalás, okkupáció útján birtokba vette, éppen csak annyit, amennyi kellett, mert hiszen készleteket tárolni, azokat romlástól óvni nem lett volna képes. A gyűjtögetőnek minden idejét a bizonytalan élelemszerzésre kellett fordítania; kevés ember eltartására aránylag igen nagy terület volt szükséges, ezért az éhínség nem tartozott a ritkaságok közé. Az ősembernek be kellett érnie azzal, amit talált: bogyók, bogárlárvák, rovarok stb. Ha a viszonyok engedték, inkább a növények felé fordult, mert az állatokat csellel vagy fegyverrel kellett hatalmába kerítenie. Állati táplálékot csak akkor szerzett, ha növényt nem talált. Hogy a halak már a régibb kőkori ember táplálékában is nagy szerepet játszottak, bizonyítja a barlangokban talált sok halcsont stb. önkéntelenül felvetődik az a kérdés, vajjon mi lehetett őseink első növényi eledele? Ázsia déli részein, hol az emberiség „bölcsője ringott“ (oda vezetnek a legrégebb művelődés szálai), milyen növényekhez fűződik az emberi műveltség kezdete?

Általában megegyeznek a tudósok abban, hogy ez a növény a banánfa (pizangfa) lehetett, mely évente négyszer ad ugorkaszerű, zamatos, édes gyümölcsöt, mintegy évi 125 kg-ot. Ceylon szigetén, hol e növény vadon terem, a legenda szerint ennek gyümölcsét kínálta Éva anyánk Ádámnak, ennek levelei alkották az első emberpár ruháját, „fügefaleveleit“, de mindenesetre innen ered a banán tudományos neve: *Musa paradisiaca*.

A banánon kívül régóta művelt fontos növény az Indiai- és a Csendes-óceán szigetein az *Artocarpus* vagy *kenyérfa*. Két-három fa egy embert egy éven át éllemez. *James Cook* (1728—1779), a híres utazó mondta, hogy

aki nálunk egész éven át dolgozik (szánt, vet, arat) azért, hogy családját eltarthassa, nem teljesítette jobban családja iránti kötelességét, mint a Csendes-óceán szigeteinek az a lakója, ki egyebet nem tett, csak tíz kenyérfát ültetett.\*

Észak-Afrikában a *datolyapálma*, Brazíliában a *viaszpálma*, a Földközi-tenger partvidékeitől az Alpeseikig a *fügefák*, *gesztenyék*, *tölgyek*, *fenyők*, *mogyoróbokrok gyümölcse* lehetett őseink tápláléka. A trópusi és mérsékelt éghajlatú vidékeken *földalatti növényrészekre* (gumók, hagymák) talált az ősember, de csak sok emberáldozat árán, hosszú idő múltán jött rá arra, hogy miképpen lehet e földalatti növényrészeket mérges alkatelemeitől megfosztva élvezni. Pl. az amerikai indiánok a maniok gyökerét kipréselték, hogy mérges nedvét eltávolítsák, majd kiszáritás után felaprították s az így nyert lisztből készült a maniok-kenyér.

Ahol az ember sem gyümölcsfát, sem földalatti részeket nem talált, ott *füvek*, *pázsifélék szemtermését* gyűjtötte össze; pl. a mongolok a pusztán, egyes indián-törzsek a mocsarakban. Eurázia nagy homokpusztáin több árpafaj termett vadon. Ezek a *füvek*, melyeket ma gabonának hívunk, táplálhatták a gyűjtögető ősembert.

A növénytermesztés kezdetére vonatkozó nyomok elvesznek a történelemelőtti időben. A svájci Neuchatel-i tó cölöpépítményeinek romjai közt, Auvernier mellett, találtak ázsiai eredetű búzát, árpat, borsót, lent stb., melyek valószínűleg délibb népektől jutottak ide.

Krisztus előtt 2700-ban Kína császára öt hasznos növény vetését rendelte el: rizs, *szója*, *búza*, *köles*, *muhar*; nagyon valószínű tehát, hogy akkor Indiában s Ázsia többi déli részén ezeket már termesztették. Az amerikai tengeri-, bab-, dohánytermesztés mintegy 2000 éves, jóval fiatalabb az óvilági növénytermesztésnél.

A művelődés alapjának *a növénytermesztést* kell tartanunk, mert ez szüntette meg az élelemszerzésnek bizonytalanságát és ennek köszönhető, hogy már aránylag kisebb területen több ember tudott megélni.

Az emberi és állati életmód a gyűjtögetés idejében csaknem teljesen azonos, occupatorius, a különbség csak az, hogy az állat nem használ szerszámot. Az ősember legprimitívebb szerszáma a bot, ezzel verte le a fáról a gyümölcsöt, kaparta ki a földből a gumót stb. A gyűjtögető, vadászó és halászó ember megszelídített egyes hasznos állatokat, így átalakult vándorló,

\* Szutórisz: A növényvilág és az ember.

nomád pásztornéppé. Később a vándor pásztornép növényt kezdett termeszteni (mag, szemestakarmány), ami helyhez kötötte, letelepedésre kényszerítette; ezzel megszűnt nomád élete. Az occupatorius életmód helyébe a földhöz való ragaszkodás lépett és főfoglalkozássá vált a mezőgazdaság (állattenyésztés és növénytermelés). Ekkor az embernek már volt vagyona, nyája és megmunkált földje. A föld hozamát növelendő, átalakította szerzőségeit; a bot kapává fejlődött, ebből lett azután a vontatott kapa vagy eke.

Az ősembernek nem volt háziállata, nem ihatott tejet; ezt a pásztornépek kezdték, de ezek sem mind ittak tejet, pl. a régi görögök sem, *Homerós* a barbárok ételének tartja a tejet, galaktophages-nek a tejivókat.

Míg régebben főleg a mennyiség volt fontos, addig a pásztornépek már táplálékuk minőségével is törődnek, de miután állataikat kímélték, hogy teherhordásra használhassák és tejüket fogyaszthassák, táplálékuk mégis inkább vegetárius, azonban táplálkozásuk már jobb és szabályszerűbb volt.

#### *Ételek elkészítése.*

A legősibb időben az összegyűjtött eledelket nyersen fogyasztották el. Később már nyomait találjuk sütéshez hasonló kezdetleges műveletnek, amit talán inkább pirításnak vagy pörkölésnek lehet nevezni, mert a nyers terméket a tűz hamujába vagy felmelegített kövek közé tették, hogy megpuhuljon és kellemesebb ízűvé váljék.

*Rapaics Raymund* szerint a gyűjtögető gazdálkodás idejének maradványa pl. a sült alma, a sült maróni (gesztenye), a pörkölt mandula, a patogatott kukorica stb.

Az őskor emberének még nem volt agyagedénye és ezért még csak a „sütés“-t ismerte, de az újkőkor embere ételeit már „főzés“-sel készítette. A főzés legrégebbi módja abból állt, hogy a folyadékba addig raktak bele felmelegített köveket, míg felfőtt. így készült a leves, a kása (koncentráltabb leves stb.). Már az ősidőben az óriási területeken termelt rizs volt a legfontosabb kása-növénytáplálék. A sütés és főzésen kívül némi fogalmai lehettek az őseimbeknek az *erjedésről* és a *savanyításról* (tejsavas erjesztésről); a legrégebbi erjesztéssel nyert italnak a *méz-sört* tartják, melyet már a gyűjtögető korszak embere is készített.

A mezőgazdaságot űző, állattartással és növénytermesztéssel foglalkozó találékonyabb embert már nem elégitették ki a nyerstermények ilyen kezdetleges elkészítési módjai. Ezeknek tökéletesebb kialakítása vezetett az

első ipari tevékenységhez. Magvából liszt, tejből sajt, vaj stb. készült, előbb az egyes háztartásokban, később ipari vállalatokban. Ez utóbbiak akkor fejlődtek ki, amikor már a várak védelme alatt tömörült a lakosság.

Az új világrészek felfedezése után sok új élelmi- és élvezetiszter jön be onnan: kávé, *kakaó*, *tea*, *fűszerek*, *burgonya* stb. A tengerek már nem elválasztók többé, hanem összekötők, megnyílnak a világforgalom útjai, a legtávolabbi országokból importálnak s oda kivisznek; de míg régebben inkább drága luxuscikkeket, fűszereket, általában csak eltartható, vagyis raktárképes árukat forgalmaztak, addig később főleg ipari nyersanyagokat, tömegcikkeket szállítanak. Az utolsó száz esztendőben rohamosan emelkedett a kereslet az egyes helyeken egyáltalán hiányzó, vagy nem elegendő mennyiségben rendelkezésre álló cikkek iránt, míg másutt viszont egyes termékekben túlprodukción folytán a kínálat nagyobbodott. A kereskedelmi vállalkozás fejlődése és a szállítóeszközök és a konzerválás módszereinek bámulatos tökéletesítése révén ma már bármilyen távolságra szállítanak könnyen romló árukat, friss húst és gyümölcsöt. Általában az élelmezési kérdések már nem lokális jelentőségűek, már nemcsak a nemzetgazdaság, hanem a világ gazdaság legfontosabb problémáivá váltak.

A világforgalom fejlődésével nagyon megélenkül az árucseré és kifejlődik a nagyipar, amely viszont gyorsítja a termelést, nagyobb tömegeket olcsóbban állít elő, és ugyanekkor kifejlődik a nagykereskedelem, amely gondoskodik a kereslet és kínálat kielégítéséről a világ legtávolabbi eső pontjai között.

A családi házi hatáskörből így ment át a nagyipar birodalmába az élelmiszerek előállítására is, csak egyes kiváltságos cikkek tartoztak még néhány évtizeddel ezelőtt is a szorgos háziasszonyra, mint pl. a szappanfőzés, zsírolvasztás, paradicsom, gyümölcs befőzése, tojásos szárított tészták készítése stb.

### *Hamisítások.*

Az élelmiszerhamisításokat nem lehet az új idők „vívmánya“-ként feltüntetni, hiszen már Kr. e. 50-ben *Dioskorides* írásaiban közli a tápszerrontás felismerési módját, Kr. u. 70-ben pedig az *id. Plinius* borok hamisításán kesereg. A középkorból maradt számos bizonyíték szól hamisításokról, noha ezeket akkor igen szigorúan büntették. Pl. a sáfrányhamisítót, ha férfi volt, nyílt piacon máglyán égették el, ha a gyengébb nemhez tartozott, finomabb büntetést kapott — elevenen elföldelték.

Hogy az ember már régen is általában helyesen választotta össze a táplálékát, azt természetesen csak jóval később igazolták tudományos vizsgálatok. Nem régen volt száz éve annak, hogy *Magendie* francia physiologus először mutatott rá arra, hogy csak zsír és szénhidrát (tehát nitrogénmentes táplálék) nem elegendő az élet fenntartására, vagyis a fehérje nélkülözhetetlen. A táplálkozásra vonatkozó ismereteink azóta rohamosan növekedtek; a múlt század élettanát a fizika és kémia irányította, az energia megmaradásának elvét az élő szervezetre is érvényesítették. *Rubner* mutatta ki, hogy szervezetünk energiaforrását csak a tápanyagok adják. Azután *Voit*, *Pettenkoffer* stb. munkáiból tudjuk meg, hogy ha táplálékunk nem tartalmazza a szükséges kalóriamennyiséget, akkor szervezetünk a hiányzó, de szükséges energiát saját anyagának oxidálása útján fedezi. Megállapították azt a tápanyagminimumot, melyre felnőtt embernek szüksége van. Erre azonban igen sok tényezőnek van befolyása. Pl. életkor, foglalkozás, illetve fizikai igénybevétel stb. Tápanyag csak az a szerves vegyület lehet, melynek kémiai energiája az állati szervezetben megfelelő módon átalakulhat (zsír, fehérje, szénhidrát); ezeken kívül szükséges az elégshez oxigén, víz és anorganikus sók. Az elégést megelőzi a hidrolízis: polysaccharidek monosaccharidekké, zsírok komponenseikre (glicerin és zsírsavak), fehérjék aminosavakká esnek szét. Szervezetünk fehérjéi nem ugyanazok a fehérjék, melyeket táplálékunkkal bevettünk (pl. tyúktojás fehérjéje); t. i. a táplálékkal bejutott fehérjét előbb gyomrunk és beleink emésztőnedvei alkotórészeikre bontják szét s ezekből az alkotórészekből, melyek építőköveknek tekinthetők, épül fel új, saját egyéni „szervült“ fehérjénk. Minden fehérje, akár növényi, akár állati, szétbomlik ilyen építőkövekre, az amidosavakra. Ezek azonban nem mind állnak össze új, szervült fehérjévé, hanem csak azok és olyan arányban, ami az új testfehérje összetételének megfelel. A szervezeti fehérje felépítéséhez legalább tíz *esszenciális aminosavra* van szükség. Amely fehérje ezt a tíz építőkövet nem tartalmazza, az biológiai szempontból nem teljes értékű, mert fehérjénk tökéletes pótlására nem alkalmas. Biológiaiilag értékesebb az állati, mint a növényi fehérje.

Az étellemmel bevett tápanyagokat szervezetünk nem képes százszázalékosan kihasználni, tehát a tápanyag értékesítése szervezetünkben nagyon változó. Lényegesen befolyásolja ezt az ételek kívánatossága, amit az elkészítés módja (aroma, íz, szín, szag kifejlesztése) nagyon javíthat vagy

ronthat. Ma már a táplálék jóságát illetőleg nemcsak a kalorikus és kvantitatív érték a mérvadó, hanem a biológiai érték; nem a táplálékfelvétel, hanem a felvett táplálék feldolgozása szervezetünkben a lényeges. A telítettség, jóllakottság érzésének tanulmányozása során nyert megállapítást, hogy valamely élelmiszer telítési értékének azt az időt nevezzük, míg az élelmiszer emésztési szerveinket igénybeveszi. Húslé hosszabb ideig marad gyomrunkban, mint a tej, keménytojás hosszabb ideig, mint a lágytojás stb. A hús nagy értékét magas telítési értéke okozza. Pörkölési termékek emelik a telítési fokot; pirított burgonyáé csaknem a húséval azonos, kenyérhéjé sokkal nagyobb, mint a kenyérbélé.

Közismert, hogy megkülönböztetünk húsevőket (carnivor), növényevőket (herbivor) és mindent-evőket (omnivor), más fogazat, gyomor és belek szerint. A húsevők emésztőszerve testsúlyúknak 5—6%-a, rövid bélsatornájuk nem képes cellulózt oldani. A növényevők testsúlyának 15—20%-a esik az emésztőszervekre, hosszú vékonybelük cellulóze elbontására alkalmas; azért hosszabb a herbivorok emésztő apparátusa, mert a növényi anyagokból nehezebben vonhatók ki a tápanyagok. A mindent-evők gyomra a húsevőkéhez hasonló, vékonybelük hossza olyan, hogy cellulóze-emésztésre csak részben alkalmas.

Az ember a vegyesételűek (omnivorok) közé tartozik; emésztőszervei a testsúly 7—8%-át teszik, hasonló a húsevők berendezéséhez s mégis az emberhez közelálló majmok kizárólag növényevők. Számtalan ember is vegetárius, főleg a négerék; ezzel szemben csakis állati eredetű táplálékon élők az eszkimók, kirgizek, szamojédek stb. Általában a vegyes táplálkozást tartják normálisnak, erre alkalmas az ember emésztőkészülékének berendezése (csupán élete első felében él csak tejen). Igen érdekes a táplálék összetétele és a táplálkozó lény temperamentuma közti összefüggés; ragadozók növényi ételre szoktatva megszélidülnek, ellenben szelíd állatok hússal etetve vad természetűvé lesznek. Emberekre alkalmazva, németül ez így fejezhető ki: *dér Mensch ist, was er isst*.

Már néhány évtized óta időnkint, többé-kevésbé komoly oldalról hallhatunk vegyi úton készült mesterséges táplálékokról; ennek folytán a nem-szakemberek közelinek vélik azt az időt, mikor majd csak napi egy-két pilulát (mesterséges tápszert) kell bevenni. Ez a probléma nagyon vesztett jelentőségéből, mert az új táplálkozástani vizsgálatok éppen azt mutatják, hogy nem tudunk szintézis útján teljes értékű táplálékot előállítani.

Az élelmiszerek ellenőrzése sem újkori. Az ókorban a magas kultúrfokon álló egyiptomiak már nagy gondot fordítottak erre, különösen a hús minőségére. Mielőtt a szarvasmarhát levágták, szakértővel vizsgáltatták meg. A zsidók, arabok, mohamedánok külön étkezési szabályait néha a vallás törvényeivé tették, pl. *Mózes* eltiltotta a meleg éghajlat alatt gyorsan romló sertéshús fogyasztását. Rómában már a királyok alatt ellenőrzik az aedilisek a piacokat. Párizsban 1350-ben megtiltják elhullott állatok húsnak árusítását. Nürnberg 1450-ben tiltja tej sűrítését liszttel. 1487-ben *Rothenburg ob der Tauber* megszabja, hogy mennyi ként szabad használni hordók kénezésére stb.

Látjuk tehát, hogy már régóta ügyeltek a forgalombahozott élelmiszerek minőségére, de csak, miután számos kémiai elemzésből megismertük azokat a növény- és állatvilágból származó termékeket, melyek táplálékaink alkotórészei, és csak miután ezen évtizedeken át gyűjtött adatokból megállapították a természetes élelmiszerek vegyi összetételének ingadozását (időjárás, évjárat stb. szerint), csak akkor lehetett az egyes élelmicikkeket szabatosan jellemezni és a hamisítást törvényben definiálva, a hamisítók ellen eljárni. A múlt század vége felé az egyes államok meghozták élelmiszer-törvényeiket, melyek úgy a fogyasztó, mint a termelő érdekét szolgálják, mert védik az élelmiszerek valódiságát a hamisítás ellen.

Az élelmiszeripart nemcsak a gyártmány minősége köti, hanem számos olyan törvény és rendelet, mely az iparüzést szabályozza. így például a hulladékok feldolgozására, szennyvíztisztító berendezésekre, szociális követelményekre (pl. éjjeli munka szabályozása a pékműhelyekben stb.) vonatkozó rendelkezések, amelyek sokszor üzemi átalakításokat, esetleg újabb befektetéseket igényeltek és ezzel — legalább átmenetileg — csökkentették az iparág rentabilitását. Ennek azután több helyen az volt a következménye, hogy a kisüzemek egyesültek nagyüzemmé, amely nemcsak az érvényben levő rendelkezéseket tudta betartani, hanem az ipar fejlesztése érdekében kitűnően felszerelt intézetekben végeztet tudományos kutató munkát. Ilyen pl. a berlini Institut für Gährungsgewerbe és a berlini Institut für Zuckerindustrie, az erjedési iparok és keményítő-, továbbá cukorgyártás, a serfőzés, gabonafeldolgozás, tejipari és konzervipari problémákkal foglalkozó intézetek egész sora. A tudományos kutatómunka nagy hasznot hozott az illető országoknak. Ez az oka annak, hogy ma a legvirágzóbb ipart azok-

bán az országokban találjuk, melyekben a tudományos kutatás a legmagasab fokon áll.

### *Vitaminok.*

Körülbelül 35—40 évvel ezelőtt ismerték fel azt, hogy nem elég, ha szervezetünk megkapja az élelem tápanyagaiban (fehérje, zsír, szénhidrát) a szükséges kalóriákat, hanem ezenkívül nélkülözhetetlen még a táplálékban bizonyos anyagok jelenléte. Bár ezekből csak olyan kis mennyiség kell, ami energetikailag egyáltalán nem számít, mégis ha ez a parányi mennyiség hiányzik, ebből súlyos zavarok, „hiánybetegségek” származnak. A hiánybetegségeket „deficiency diseases” (skorbut, beriberi, rachitis stb.) már régóta ismerték, de nem tudták, hogy e betegségek oka a táplálékból hiányzó valami. Ezeket a nem nélkülözhető anyagokat nevezte el 1911-ben *Fűnk* „vitamin”-oknak; a különféle vitaminokat ideiglenesen A, B, C, D, E... betűkkel jelölték. A vitaminok tehát olyan szerves anyagok, melyek nem kalóriákkal, hanem pusztán jelenlétükkel szabályoznak bizonyos életfolyamatokat. Az emberi szervezet nem képes vitaminokat előállítani, hanem azt táplálékával veszi be. Bizonyos ideig szervezetünk elviseli a vitaminmentes ételmezt is, de ha elfogy az egyes szervekben és szövetekben esetleg összegyűjtött vitamin, csakhamar jelentkeznek a vitaminhiány (avitaminózis) zavarai. Hogy miért nem tudja az emberi szervezet produkálni még azt az egészen kis, nélkülözhetetlen vitaminmennyiséget sem, ez még megoldatlan probléma. Az állatoknál különböző eseteket látunk, pl. a tengerimalac és a majom éppen úgy képtelen C-vitamint előállítani, mint az ember, ezzel szemben madarak, patkányok, borjúk, birkák szervezete képes C-vitamin termelésére, ezek az állatok tehát hosszú ideig bírják a C-vitaminmentes diétát.

Arra, hogy szervezetünkben a vitamin milyen szükséges és nélkülözhetetlen, csak akkor jövünk reá, ha hiányzik. Ezért a vitaminok szerepe szervezetünkben hasonlítható a karmester szerepéhez nagy zenekarban; semmiféle hangszeren sem játszik, mégis nélkülözhetetlen, ami csak akkor tűnik ki, ha nincs jelen.

Néhány évvel ezelőtt még ismeretlen volt a vitaminok összetétele; ma már sok vitamin kémiai struktúráját is megállapították, sőt sikerült néhányat tiszta állapotban előállítani. Igen érdekes összefüggést észleltek bizonyos nehéz fémek és vitaminok hatása között; teljes vitaminhatás csak



akkor fejlődik ki, ha kellő nehézfém van jelen. Pl. csak vas jelenlétében képes az A-vitamin a szervezetben lefolyó égésfolyamatokat szabályozni és a C-vitamin antiskorbut hatást kifejteni, csak réz jelenlétében hat a Bi-vitamin a cukor anyagcsereforgalmára, míg az E-vitamin csak mangán jelenlétében elvetélést gátló hatású.

Az *A-vitamin*, a felhámvédő vitamin alkohol, mely égésfolyamatokat szabályoz és igen közeli rokona annak a közismert *carotin* nevű sárga festőanyagnak, mely a sárgarépát (Karotte), a vaját s a lisztet sárgára színezi; ez a carotin alakul át a májban enzimhatásra H-vitaminná. Az ember napi A-vitaminszükségletét 0'1—0'3 mg-ra teszik.

*B-vitaminnak* eredetileg a beriberi hiánybetegséget gyógyító, a rizshéjból és élesztőből kioldott anyagot nevezték; kitűnt azonban, hogy ez több anyag keveréke és miután sikerült ezeket egymástól elkülöníteni, most Bi, B<sub>2</sub> stb. alszámjelzéssel szerepelnek. A Bi beriberi elleni, antineuritikus vitamin összetételét 1936-ban Amerikában *Williams*, egyidejűleg Németországban *Grewe* állapította meg. Nemrégén még azt hitték, hogy nem tropikus országok normális körülmények között élő lakóinál Bi-vitaminhiány nem fordulhat elő, néhány éve bebizonyult, hogy bizonyos körülmények között (pl. láz esetén, terhesség alatt, a tejelési időszakban stb.) annyira fokozódhat a Bi-szükséglet, hogy ezt normális diéta nem fedezheti. Főleg sok cukrot és fehérkenyeret fogyasztó kultúrnépeknél léphet fel Bi-hiány. A napi szükséglet felnőtt embernél 0'75—1'0 mg Bi.

A B<sub>2</sub>-vitamin azonos egy kristályos flavin-festékkal, melyet 1935-ben Zürichben *Karrer* állított elő szintézissel. A B<sub>2</sub>-vitamin a pellagrát gyógyítja, mely betegséget már régóta ismerték s szintén fertőzőes betegségnek tartották, de feltűnt, hogy különösen ott mutatkozik, ahol a szegényebb nép csaknem kizárólag tengerivel táplálkozik. B<sub>2</sub> minden növényi és állati sejtből van; a legalacsonyabbrendű élőlények, a baktériumok, élesztők képesek flavint szintetizálni. Embernél B<sub>2</sub> avitaminózis ismeretlen. Hogy a növekedéshez nélkülözhetetlen a B<sub>2</sub>, azt eddig csak a patkányokon állapították meg.

A C-vitamin hiánya skorbutot okoz. Kőkorszakbeli csontleletek bizonyítják, hogy a skorbut az emberiségnek már ősidők óta betegsége.

A C vagy *antiskorbut-vitamint* 1928-ban *Szent-Györgyi* (Szeged) narancs- és káposztaléből izolálta s hexuronsavnak nevezte; később paprikából sikerült előállítani s nevét ascorbinsavra változtatta. Napi szükséges adag: gyermeknél 20—40 mg, felnőttél 50 mg.

A D-vitamin az angolkór (rachitis) gyógyítója. Gombákban és anyarozsban lévő ergosterin ultraibolyafénnyel való besugározásával sikerült *Windaus* német kutatónak D-vitamint kapni. A D-vitamin tápanyagainkban ritka, de gyakrabban fordul elő ezekben ergosterin, melyből fotokémiai hatásra (a napfény ibolyántúli sugarainak hatására) D-vitamin képződik. Főleg a halmájolajok D-vitamindúsak. Jogosan kérdezhetjük, hogy miért éppen a halak májában fordul elő a D-vitamin és hogyan kerül oda? A sarki tengerek felszínén, tiszta pormentes levegőben sok az ibolyántúli fénysugár, melyek az ottani alacsonyrendű növények, moszatok, gombák ergosterinjét besugározzák s átalakítják D-vitaminná; ez a besugárzott moszattömeg a plankton állatainak tápláléka. A plankton állatait megeszik a kis halak, ezeket a nagyobb ragadozó halak, melyeknek májából nyerjük a D-vitamint. Az ember bőrének mirigyei tartalmaznak cholesterint s ennek kísérő anyagát, az ergosterint is; ez a magyarázata annak, hogy a gyermekkori rachitis ultraibolya besugárással gyógyítható, mert a besugárzás kitermeli a B-vitamint a bőrben lévő ergosterinből.

Az E-vitamin, a szaporodást (termékenységet) előidéző vitamin, a legkülönbélebb növényi és állati tápanyagokban előfordul, úgyhogy gyakorlatilag emberben E-hiány nincs; eddig csak a patkányokon mesterségesen előidézett E-hiány tüneteit ismerik.

Az ételek elkészítésekor tekintetbe veendő az egyes vitaminok érzékenysége. Pl. hővel szemben érzékeny a C, A és B, melyek közül a C és A levegőn könnyen oxidálódik; kevésbé érzékeny oxigénnel és hővel szemben a D-vitamin. A „fűtyülő fazék“-ban készült ételekben alig pusztulnak el a vitaminok (kivéve a C-vitamin).

Sokfelé elterjedt az a téves felfogás, hogy a vitaminok kizárólag növényi eredetű élelmiszerekben fordulnának elő, különösen pedig a friss növényekben, holott a máj, tojás, tej, sajt és hús fontos vitaminokat tartalmaznak, esetleg nagyobb mennyiségben, mint a növények. Tehát ami a vitaminokat illeti, a vegetáriánusok nem járnak jobban, sőt még a növényi nyerskoszt hívei sem. Az ételek normális elkészítése közben a vitaminok legnagyobb része nem szenved lényeges elbontást; csak túlsókéig tartó főzés vagy az ételeknek hosszú ideig melegen való tartása (kifőzésekben, tömegétkezdékben) árt a vitaminoknak. Éppígy árthat egyes vitaminoknak a főzés sok ecettel, másoknak szórával; a B- és C-vitaminok vízben oldhatók, főzelékkészítéskor rendszeren az áztatóvízben oldódnak s ezzel kiöntik őket. Jól felhasználható volna ez az oldat leves vagy mártások készítéséhez.

Szintúgy téves, hogy a gyümölcsöt és főzeléket egész általánosan vitamindúsnak tartják, míg ezek konzerveit lebecsülik. Jó konzervek vitamintartalmának vizsgálatai azt eredményezték, hogy azokban vitaminjaik még nagy részben jelen vannak, míg másrészt éretlen gyümölcs, túlérett gyümölcs, fonnyadt főzelék vagy vízdús saláták már csak kevés vitamint tartalmaznak. Reá kell mutatnunk arra az előnyre, amit e tekintetben a vákuumban való befőzés jelent; a gyári készítmények vákuumban, alacsonyabb hőn kevésbé veszítenek vitamintartalmukból, mint a háztűzhelyen hosszasan tartó, magasabb hőfokú befőzéssel készült gyümölcskonzervek.

Vitaminhiány avitaminózist okoz; de mérgezési tünetekkel járó *hyper-avitaminózis* következik be, ha az állati szervezet túlsók vitamint kap (különösen a zsírban oldható A- és D-vitaminokra vonatkozik ez, mert a vízben oldódó B és C felesleg a vizelettel távozik).

### *Válságok.*

A világháború kitörésétől napjainkig nagy megrázkódtatásokon ment át a gazdasági élet. A háborúban elpusztult a világ tartaléktőkéje, az állam arra kényszerült, hogy átvegye az addig magánkézben volt termelést, de az állami organizáció nehézsége miatt már a második háborús évben kezdett mutatkozni, a háború után pedig igen nagy lett számos szükségleti cikk hiánya. A háború alatt a fogyasztók követelménye az élelmiszerek minőségét illetően érthetően nagyon csökkent, viszont a háború után általánosan követelték a leromlott minőség javítását. Mikor megszűnt a kivételes állapot, a termelés ismét magánkezekbe került, de a háború okozta gazdasági válság tulajdonképpen még most sem szűnt meg; vagy előtte, vagy utána, vagy benne vagyunk a válságban. Az egész világ gazdasági önellátásra törekszik, autarchiára rendezkedik be. A szomszédoktól való függetlenítés lett a jelszó, mert minden nemzet arra kényszerül, hogy saját maga állítsa elő a megélhetéshez szükséges anyagokat, melyeket előbb egyszerűen és kényelmesen külföldön szerzett be. Általános ma az a panasz, hogy a nyersanyagok elosztása az egyes államok között igazságtalanul helytelen, pedig a lakosság élelmezése és az ipar foglalkoztatása szempontjából a gazdasági élet alapja a nyersanyagellátás. Az egyes nemzeteknek kényszerűségből olyan mesterségesen előállított nyersanyagokra kell áttérniük, melyek hazai, belföldi mezőgazdasági termékekből gyárthatók. Ez olyan rendszabályok életbeléptetését eredményezte, ami az úgynevezett irányított gazdálkodás-

hoz vezetett; a behozatalt céltudatosan sorvasztani, a termelést, ha kell, erőszakosan irányítva fejleszteni. Miután csaknem minden élelmiszer mezőgazdasági termék, így a mezőgazdasági termelés irányítása is szorosan összefügg a közélettel és a nép táplálkozásával. Azonban az önellátásra való berendezkedés nemcsak az élelmiszertermelést, hanem az ipari, technikai nyersanyagok termelését is mindinkább a mezőgazdaságtól fogja igényelni; már ma is az iparágak egész sorában láthatjuk a mezőgazdaság produktumainak előretörését (például a szövőiparnak nyersanyagai, mint len, kender, cirok, szalma, casein stb.).

Hogy milyen újabb irányban való fejlődés észlelhető az egyes élelmiszerek előállításánál és milyen sok probléma várja még e téren megoldását, arra a következőkben igyekszem rámutatni.

### *Hús.*

A húsellátás ma már a városokban mindenütt a vágóhídi kötelezettséggel, állandó állatorvosi húsvizsgálattal, továbbá a hús érlelése miatt elrendelt hűtőházi tárolással van rendezve és alig ad okot panaszra. Levágás után körülbelül félóra múlva a kimúlt állat egész izomzata megmerevedik, hajlíthatatlan lesz; e hullamerevedésnek oka, hogy az izomrostokban lévő fehérje (myosin) tejsav hatására megalvad. Miután a nagy izommunka a szervezetben tejsavat termel, agyonhajszolt állatokon a hullamerevedés már a halált követő néhány percen belül bekövetkezik (például hajtott nyúl, üldözött szarvas). A hullamerevség eltart egy, néha több napig, azután megszűnik, az izmok ismét puhábbak, hajlíthatóbbak lesznek, mert mindig több tejsav képződik, melyben a myosin feloldódik. Fontos ez a tej savkeletkezés, mert érleli a húst. A frissen vágott hullamerev hús élvezhetetlen, főzés sem teszi ehetővé, tehát a hús csak akkor válik emberi táplálékul alkalmassá, mikor a tejsav a húsróstkot fellazította. Érlelés céljából ezért ajánlatos a húst néhány napig hűtőházban vagy jégen tartani; sok helyen kötelező a 24 órás hűtőházi érlelés. Kivétel a baromfi húsa, melyben a hullamerevedés a halál után csak hat vagy több óra múlva áll be, tehát a frissen levágott baromfi húsa még előbb elkészíthető.

### *Húsmérgezés.*

Gyakran olvashatunk vagy hallunk „húsmérgezésről“. Ezt nem szabad mindig romlott húsnak tulajdonítani, hiszen romlásnak indult, rothadó húst

sokan fogyasztanak minden baj nélkül (például a cigányok döghúsán kívül felhozható a vadhúsok megkívánt haut-gout-ja). Hogy előrehaladt fehérje-rothadás még nem okoz „mérgezést“, azt bizonyítja a túlérett sajt élvezhetősége is. A mai szigorú állatorvosi vizsgálat és ellenőrzés mellett a húsmérgezések okozója a legritkább esetben beteg állat húsa, hanem többnyire utólag a feldolgozás közben fertőződik a hús (darálógépek tisztáltsága, bacillus-hordozó emberek által stb.).

### *Húskonzerv.*

A hús konzerválását már régóta sokféleképp végzik. Talán legrégebbi a hús sózása, melyet ma kétféle módon alkalmaznak: mint száraz sózást és mint pácolást, vagyis sóslébe való áztatást (mindig pontosan ellenőrzött idő, hőfok és koncentráció mellett). Egyike a legkomplikáltabb feladatoknak a hús színváltozásának megakadályozása. Jelenleg általánosan elfogadott az a nézet, hogy az aránylag állandó piros színt a pácoláshoz használt salétromból, illetve a nátriumnitritből keletkező nitrogénoxidnak a hús szövetében haemoglobinnal való vegyülése okozza; a nitrosohaemoglobin stabil, kibírja a főzést is, ezért marad a sózott, pácolt hús főzés után is piros, míg a nem pácolt friss hús megszürkül, mert a haemoglobin coagulál.

A salétromot baktériumok s ezek termékei, az enzimek redukálják nitritté; újabban salétrom (nátriumnitrát) mellett nitritet is tesznek a pácba, ami meggyorsítja a vörös szín állandósítását. Konyhasón, salétromon, nitriten kívül sok helyen (például az Institut of American Meat Packers) még kevés cukor hozzáadását is szükségesnek tartják; a cukor a baktériumok táplálékául szolgál, azonkívül a cukor redukáló hatása védi a terméket az oxidációtól.

*Teljesen zárt dobozokban* is eltartható a hús. Ma általánosan ónozott vasbádog (Weissblech) doboz használatos. *Lunde*, a norvég konzervgyárak stavangeri kutatólaboratóriumának igazgatója újabban igen alkalmasnak tartja *az alumíniumból* készült konzervdobozt, főleg heringek, szardíniák eltartására (kevésbé paradicsom- és sóskonzervek részére); könnyűek, nem feketédnek meg, a konzerv nem lesz fémese ízű és az üres doboz ismét beolvasható. Még mindig megoldatlan probléma az ónozott vasbádogdoboz belső felületének helyes lakkozása; t. i. a kétszer ónozott vasbádogot is megtámadhatja a konzerv savtartalma, ezért lakkréteggel vonják be, vagyis „vernirozzák“.

A húskonzerválás igen elterjedt módja a kolbászkészítés. A finom húsvagdalékot keverőgépekben sóval, vízzel, fűszerekkel keverik s ezt a töltelékét szorítja be a gép a bélbe (fontos, hogy levegőbuborék ne szoruljon bele). Állati belek helyett kezdenek mindenütt áttérni a pergamentpapírból és újabban cellofánból készült műbelek használatára.

### *Fagyasztott hús.*

Hideggel is konzerválható a hús s ez a konzerválásnak az a módja, mely legkevésbé változtatja meg a húst (nem „denaturálja“). A hideget kétféleképp alkalmazzák, egyik mód a fagyasztás, másik a hűtés; előbbi — 20 C°-os teljes megfagyasztás után — 4 C°-on való tárolást, míg az utóbbi (a hűtés) csak + 1 és + 2 C° közötti hőfokon megfelelő nedvességű mozgó levegőben való eltartást jelent. A hűtött hús drágább, mint a fagyasztott; fagyasztást csak távolabbi rendeltetéssel, hosszabb szállításra (hűtővagónok, hajók) alkalmaznak, vagy pedig ha hosszú ideig kell az árut raktározni. Azok a hajózási vállalatok, melyek Ausztráliából és Új-Zélandból szállítanak fagyasztott húst Angliába, újabban sikerrel védekeznek mikroorganizmusok és penészgombák ellen oly módon, hogy a hűtőtér levegőjébe 10% széndioxidgázt adagolnak, ami meggátolja a penészek és élesztők szaporodását és mellékesen még az izomhús színét is javítja. A széndioxidmennyiséget empirikus, tapasztalati okokból 8—11% között tartják, mert ennél több a marhahús színét rontaná, „gázfoltok“ keletkeznek, viszont ennél kevesebb hatástalan volna. A hajórakomány kiürítése előtt két nappal csökkentik a szénsavkoncentrációt 5%-ig, nehogy a kirakodó munkásokra káros lehessen. Tekintettel kell lenni a gázmennyiség adagolásánál, illetve kiszámításánál arra is, hogy a hús bizonyos mennyiségű gázt elnyel. A hűtött levegőbe bevezetett széndioxidgáz hatására nézve még eltérők a nézetek.

### *Hússertés.*

A háború után csak 1923 körül tértek reá (kiváló tenyészhússertések importálásával) a hússertés tenyésztésére; azóta lényeges fejlődést látunk e téren, ami talán részben összefügg a magyar vajtermelés növekedésével, mert a vajgyártás melléktermékét, a lefölözött tejet sertéshízalásra lehet felhasználni. Húskonzervgyáraink dobozsonkakészítése a prágai sonkát ki-

szorította és az exclearing országokba (főleg U. S. A., Anglia, Egyiptom) jelentékeny mennyiségű húskonzervet, szalonnát (bacon) stb. vittek ki.

#### *Vér.*

A vágóhídi állatok vére egyedül a németországi vágóhidakon évi 50 millió kg, és ezzel mintegy 10 millió kg fehérje kerül a csatornába. Olyan probléma ez, mely talán nem is volna olyan nehezen megoldható, csak előítéleteket kellene leküzdeni!

Legkönnyebben bomlik az állati testben a vér, tehát a levágott állat húsa annál tartósabb, minél jobban kiürülnek a véredények, vagyis minél tökéletesebb az elvérzés. A vágómarha élősúlyának 3—7%-a vér; a vérben 80'89% víz és 19'11% szárazanyag van. Kevés vér mindig marad a húspan, ezenkívül mint véreshurka a sertésvér (néhol a borjúvér is) szolgál emberi táplálékul; a marhavért azonban csak az ínséges háborús években használták emberi táplálékul. Pedig ha meggondoljuk, hogy középzsíros marhahúspan 20%, sertésvérben 18'8%, marhavérben 181% a fehérjetartalom, akkor kitűnik, hogy a vágóhídi állatok vére igen értékes tápanyagokat tartalmaz, úgyszólván „folyékony hús“-nak tekinthető, mely sózással konzerválva hűtőházban hetekig eltartható. Tehát a marhavér éppenúgy alkalmas volna emberi táplálékul, mint az eddig egyedül használt sertésvér. Ma csak a marhavér egy hányadát dolgozzák fel állati takarmányul (vérliszt) vagy technikai célokra (albumingyártás).

#### *Zsír.*

A zsírt a vágóhidakon a hájból kiolvasztással nyerik. Régebben nyitott üstben, később kettősfalú, gőzzel burkolt, keverővel ellátott edényben olvasztották ki; most ugyanígy, de zárt edényben, csökkentett nyomáson (vákuumban) alacsonyabb hőfokon dolgoznak, azért, hogy a levegő oxigénjének hatását csökkentsék. Ezen „száraz“ olvasztáson kívül néhol a gőzzel, víz jelenlétében való olvasztást használják, melyet nedves eljárásnak neveznek, mert a zsír érintkezik vízzel és az abba bevezetett gőzzel. Általában előnyben részesül a száraz eljárás; csekély a triglicerid-bomlás zsírsav- és glicerinnre, csak a szövetekben lévő nedvesség jöhet tekintetbe, szilárdabb az így kapott zsír.

Az oleindús *magyar sertészsír* nem felel meg az angol ízlésnek; ott az amerikai közömbösített zsírt szokták meg, mely egészen fehér, íztelen, szag-

tálán, nem kásás, hanem inkább kenőcsös és teljesen szabadzsírsav-mentes. Nyerszsírból úgy állítják elő, hogy vegyi úton szüntetik meg a szabadzsírsav tartalmát. A magyar exportzsír márkázására vonatkozó rendelet szerint lehetővé vált a zsírt nálunk az angol ízlésnek megfelelően halványítva elkészíteni és márkával ellátva exportálni; ezáltal a magyar zsír finomítók részére úgyszólván korlátlan lehetőségek nyíltak meg, mert a finomított zsírt Anglia állandóan olyan kvantumokban keresi, amit kis országunk nem is tudna fedezni.

### *.Mesterséges zsírok.*

Tudvalevően a zsírok glicerín és zsírsavak vegyületei. A háború alatti nagy zsírhiány idejében megkísérelték ásványolajok oxidálása útján zsírsavat, cukor erjesztésével pedig glicerint előállítani, de az ásványi olajok oxidációja nem sikerült kellő tökéletességgel. Cukorból erjesztés útján glicerint gyártani még akkor is túldrága eljárás lett volna, ha melléktermékként alkoholt állítottak volna elő.

Háborús évek alatt a glicerint az élelmiszeripartól elvonja a hadianyaggyártás; a hiányzó glicerín helyett más alkoholokkal eszterifikálják a zsírsavakat, például a három értékű alkohol (glicerín) helyett etil- és glikolalkohollal készültek zsírsavészterek, melyeknek kihasználása szervezetünkben (klinikai vizsgálatok szerint) jónak bizonyult, tehát a természetes zsírokat bizonyos mértékig pótolhatják.

Természetes zsírok is tartalmaznak kevés szabad zsírsavat, tehát a szabad zsírsav, kis mennyiségben nem lehet az egészségre ártalmas. Az emészthetetlen szilárd stearinsav megemészthető, ha olajban oldva vesszük be.

Igen nagy haladást jelentett a zsíriparban az a találmány, melyet körülbelül e század elején vettek gyakorlatba, amely megoldotta a főlegben rendelkezésre álló folyékony olajok szilárdítását. A folyékony halolajokat, melyek azelőtt csaknem értéktelenek voltak, ma már szilárd, telített zsírokká tudják átalakítani. Ezek a mesterséges ételzsírgyárak és margarin-gyárak fő nyersanyagai. Az önellátás szempontjából jelentős lépés, hogy nálunk az importált halolaj helyett napraforgóolaj szilárdítására tért át a szappanipar, mely átveszi az egész napraforgómagtermést (amit évi 1000 vagonra becsülnek), míg a napraforgómag és olaj kivitelét betiltották.



*Margarin.*

A margaringyártás alapjában véve ma is *Mége-Mouriés* elve szerint történik, ki 1870-ben a körülzárt Párizsban azt észlelte, hogy a koplaló tehenek tejében is van zsír, melyből vaj készíthető; miután a tehenek nem kaptak táplálékot, ez a zsír csak a tehen elraktározott zsírja lehetett. A frissen levágott tehen zsírját kiolvasztotta, lehűtötte 35 °C-ra, miáltal szilárd (stearin) és folyékony (oleomargarin) részre volt elkülöníthető; az oleomargarint tejjel keverte s így kapta művaját. Ma természetesen a marhafaggyún kívül mindenféle növényi, állati és mesterséges, szilárdított zsír is a margaringyártás nyersanyagai közé tartozik; állandóan bővül ezeknek száma, különösen a melegebb éghajlat növényei azok, melyek közül újabban többnek olaját értékesítik.

Mint általában a mesterséges ételzsírokat, így a margarint is, az ellenőrzés egyszerűsítése miatt, meg kell különböztetni a vajtól; ezért csaknem minden országban más, olyan anyagot kell a margaringyárosnak termékéhez hozzáadni, amely egyszerű színreakcióval elárulja azt, hogy ez nem vaj, hanem művaj. Nálunk ez az anyag egy sárga festék, a dimethyl-amidoazobenzol.

*Konzerválószer.*

Eltérők még a nézetek arra nézve, hogy megengedhető-e margarinhoz benzooesavas nátrium hozzáadása konzerválás céljából? Nálunk most 0.2%-nyi mennyiséget meg nem haladó benzooesavat tűrnek meg, noha általánosan tilos ú. n. kémiai konzerválóanyagok használata élelmiszerek konzerválására. Emésztőapparátusunkban ugyanis nélkülözhetlen enzimek (a gyomorban pepsin, a vékonybélben trypsin, erepsin, diastase, lipase stb.) végzik az odakerült táplálék elbontását; a kémiai konzerválószer ezek működését megakadályozzák (éppen ezért konzerváló hatásúak). Miután azonban nemcsak a káros, hanem a szervezetünkben szükséges enzimeket is elpusztítanák, ezért kellett eltüntetni e kémiai konzerválókat (pl. salicylsav, benzooesav, borsav, hangyasav stb.). Ezen tilalomnak azonban sok ellenzője akad, viszont mások deklarációs kényszerhez kötnék a konzerválószer használatának engedélyezését és az adagolt mennyiség feltüntetését is megkövetelnék. Az adag bevallását követelőknak nem lehet eleget tenni, mert az adag teljesen egyéni elbírálást igényel; tekintettel kellene lenni korra, veseműködésre, egyéni a kívülről szervezetünkbe bejutott idegen anyagok-

kai szemben a tűrőképesség stb. Végeredményben az általános eltiltást még sem lehet helyeselni és itt is megint megoldásra váró problémával találkozunk; bizonyos előírt keretben engedélyezhetők volnának a teljesen ártalmatlan konzerválószerke, különös tekintettel arra a minimális mennyiségre, mely ezekből szervezetünkbe jut. Nálunk a helyzet ezidő szerint az, hogy margarinban tolerálunk 0,2% benzooesavat; gyümölcslevegekben 1,5 g benzooesavas nátront vagy 2,5 g hangyasavat, gyümölcszésekben és gyümölcszselékben 1,5 g nátriumbenzoátot pro kg ideiglenesen engedélyeznek, de csak bevallásos (deklarációs) kényszer mellett.

Annak ellenére, hogy a legtöbb állam tiltja a vegyi konzerválószerke használatát, évente sok új kerül a piacra, gyakran a legfantasztikusabb neveken. Újabbak pl. a parachlorbenzooesav (Mikrobin), a parachlorbenzooesav észterei (Abakterin), a paraoxybenzooesav etil- és propilészterének keveréke (Nipakombin) stb.

### *Rövidhullámú sugarak.*

Az élelmiszerek konzerválásának nagy gyakorlati jelentősége miatt a földművelésügyi minisztérium elrendelte annak a kérdésnek tanulmányozását, hogy elektromos rövidhullámokkal lehet-e konzerválni? Népszerű folyóiratokban és néha a napilapokban is jelentek meg már erről szóló hírek. A vizsgálattal kapcsolatos kísérletek irányításával *dr. Varga Oszkár* kísérletügyi főigazgatót bízták meg. A m. kir. posta kísérleti laboratóriumában tejjel, majd vajjal és zsírsikes borsóval végezték a kísérleteket. A kísérletek folyamán meghatározták a tej mikroorganizmusainak számát 350—730 cm hosszúságú hullámokkal való besugárzás előtt és után. A rövid elektromos hullámok öt esetben hatásosak, tíz esetben hatástalanok voltak. Az öt eset egyikében a hatás a hullámok okozta erős felmelegedésre volt visszavezethető, de négy esetben az eredmény a hullámok közvetlen specifikus hatásának tulajdonítható, azonban ezek sem eredményeztek teljes sterilítást. Közel egyenlő hosszúságú hullámok négy esetben voltak hatásosak, két esetben hatástalanok. Végeredményben a vizsgálatok nem oldották meg azt a kérdést, hogy rövid elektromos hullámok alkalmasak-e élelmiszerek konzerválására; főleg azért, mert nem lehetett még rövidebb hullámokat megfelelő intenzitásban alkalmazni. A probléma megoldását célzó kísérletek tehát tökéletesebb technikai berendezést igényelnek. Elvileg az eddigi konzerválási módokkal szemben a rövid hullámokkal való eltarthatóvá tételnek az

a nagy előnye volna, hogy az élelmiszereknek nem változtatná meg sem összetételét, sem tulajdonságait, azonban aligha volna rentábilis eljárás.

#### *Tejtermékek.*

A magyar tejipar közgazdasági életünkben újabb területet foglalt el a *sűrített tej* és a *porított tej* gyártásával. Sűrített, vagy kondenzált tej tudvalévően csökkentett nyomáson (vákuumban) besűritéssel, befőzéssel készül teljes tejből (cukorhozzáadással vagy a nélkül). Tejpor vagy tejliszt nem egyéb, mint 3—5% nedvességtartalmúvá beszárított tej; tejen kívül ugyanígy tejszint, soványtejet, savót és írot is porítanak. E cikkekből 1929-ben még 2248 q volt a behozatal, 1936-ban már csak 96 q; a magyar tejportermelés fedezi belső szükségletünket, sőt 1935-ben már 490 q-t exportáltunk.

#### *Mütejek.*

Mütej készítése ezideig nem sikerült; csak a tejkonzervek, sűrített, porított tej pótolhatják a friss tejet.

#### *Casein.*

A tejnek iparilag legfontosabb része a casein, melyet többféle módon lehet kicsapni a tejből: savval, oltóval és újabban elektromos árammal.

Lehetőleg zsírintes sovány tejet gőzzel fűthető rézkádban 40 C°-ra melegítve, kénsavval (sósavval, ecetsavval, szénsavval stb.) elkevernek, mire kiválik a caseincsapadék; 65 C°-ra való felmelegítés után kipréselik a rizszem nagyságúan levált caseint, hideg vízzel mossák, szárítják s esetleg őrlik. 100 kg lefölezött tejből 3—3,2 kg casein és a présből kifolyó savóból tejcukor készíthető.

Alkáliban oldva a casein ragasztószer; kötőanyag, gyúrható plastikus anyagok készülnek belőle, melyek csontkemény, áttetsző anyaggá száradnak; casein-formaldehid vegyület a tejkő (galalith), borostyánkőutánszat, mesterséges szárú, szivarszipkák, fésűk, késnyelek stb. alapanyaga. A festékipar gyárt az idő viszontagságainak jobban ellenálló, vízálló mázoló caseinfestékeket (a festékhez adagolt casein vegyül a fal calciumjával és ezért jobban tapad). Nagy caseinfoogyasztó a ragasztóipar; caseinenyvek, caseogomme stb. fa, bőr, üveg, porcellán, tajték ragasztására alkalmasak. Papírgyárakban színes, vízhatlan, mosható papír, tapéta főkelléke a casein. A bőr- és textilipar appretúrához használja a casein mézsvizes oldatát.

Tiszta caseinből könnyen emészthető gyógytápszerek egész sora kerül forgalomba; ilyenek pl. nutrose (casein-natron), lucasin (ammoncaseinat), sanatogen (casein és glicerinfoszforosavvas nátrium) stb.

### Lanttal.

Újabban több olasz gyár *Ferretti* találmánya szerint casein oldatából finom fonalat, ebből „lanital“ néven műgyapjút állít elő: a lehetőleg zsírmentes, sovány tejből, híg kénsavval coagulálják a nyers caseint; a présből kifolyó savóból tejsav, tejcukor készíthető. A nyers caseint úgy tisztítják, hogy többször lúgban oldják és savval megint kicsapják, mikor már a sóktól, oldható fehérjétől és tejcukortól így teljesen megszabadították, végül alapos kimosással olyan pelyhes anyagot kapnak, melynek ammóniákos oldata fonallá húzható. Ez a fonálszerű finom szál formaldehyd-fürdőbe jut, végül az így oldhatlanná vált fonalat kiszárítják. Így lesz caseinből, illetve sovány tejből műgyapjú!

|                | Természetes gyapjú | Lanital |
|----------------|--------------------|---------|
| Szén .....     | 49·25%             | 53·00%  |
| Hydrogén ..... | 7·57 „             | 7·00 „  |
| Oxigén .....   | 23·66 „            | 23·00 „ |
| Nitrogén ..... | 15·86 „            | 15·50 „ |
| Kén .....      | 3·66 „             | 0·70 „  |

### Uvioltej.

Újabban tejből napfénytej, uvioltej vagy ultratej készül kvarclámpával való besugárással: miután a tejből széndioxiddal kiűzik a bennelévő oxigént, a szénsavval telített tejet átáramoltatják a besugárzó cellán úgy, hogy egyik oldalról érje a besugárzás, a másik oldalon egyidejűleg a tejet hűtik. Az ilyen tejek kék üvegben, alumíniumkupakkal lezárva kerülnek forgalomba.

### Tejmelegezések.

A tejjel, illetve tejtermékekkel történő mérgezésekért többnyire a coli baktériumok felelnek. Már a fejés alatt, az istállóban inficiálódhat a tej bélsármnyomokkal s egyéb váladékokkal; így a tejbe jutott baktériumok tovább fejlődnek a tejből készült habtejszínben, sajtokban, vaníliafagylaltban stb. A fagylaltok közül legtöbbször a vaníliafagylalt okoz bajt, mert a vaníliában

lévő redukáló-anyag előmozdítja a tejszín anaerob mikroorganizmusainak kifejlődését.

#### *Ömlesztett sajt.*

A sajtkészítés terén újabb a héj nélküli, ömlesztett sajtok előállítására. A nyersanyagot (sajt vagy túró) őrlogépen megőrlik, azután sók hozzáadása után kazánban (vákuumban) direkt gőz bevezetésével megolvasztják; az így nyert sűrűnfolyós sajtömeget ón vagy alumíniumlemezekkel bélelt ládácskákba helyezi a gép, kihűlés után már forgalombahozható. A hozzáadott sóknak (dinátriumfoszfát és citromsav) az a szerep jut, hogy elősegítse a sok fehérje oldását, a melegítéskor kilépő zsírt megint fehérje-sol lephesse körül és burkolhassa be; az ömlesztő sók mézselvonó elektrolytek.

#### *Vaj-aróma.*

Tartós vaját ma mindenütt tejsavbaktérium-kultúrával beoltott, előbb azonban pasteurózott tejszínből gyártanak; a tejszín addig érlelik, míg tejsavtartalma megfelelően megnagyobbodott, kb. 0'5—0'6%. A tejsavbaktériumok a zsírt nem bontják el, csak a tejcukorból termelnek tejsavat. A nem érlelt, nem savanyított tejszínből készült vajnak nincsen vaj íze, nincsen aromája; ezért szükséges az érlelés. Ezt tapasztalati tényként minden vajgyár tudta. A legutolsó tíz évben igen sok analitikai kémiai vizsgálatot végeztek, keresve a vajízt okozó ismeretlen vajalkotórészt. 1929-ben holland (*van Niel, Kluyver*) és német (*Barthmeyer, Schmalzfuss*) kutatóknak sikerült bizonyítani, hogy a vaj aromáját, nem mint eddig hitték, észterek, hanem egy diketon, a diacetyl okozza. Hogy ez miből képződik, arra nézve eltértek felfogásaik. A diacetyl vagy az aromát adó tejsavbaktériumok direkt anyagcsereterméke, vagy pedig oxidáció útján képződik acetyl-methyl-carbinolból, mely a baktériumok primär anyagcseretermékének volna tehát tekintendő (utóbbi a holland magyarázat). Aromás vaj 1 kg-jában 2—4 mg diacetyl is lehet; a diacetyl éles szagú, sárga folyadék. Vajhoz diacetyl-t hozzáadni tilos. — Jelenleg tehát még nem egészen megállapított az, hogy mennyi diacetyl lehet a természetes, hamisítatlan vajban?

#### *Tejszínhab.*

Tejszínből habot verni, ha zsírtartalma 25%-nál kisebb, már nagyon nehéz; legkönnyebben verhető habbá a 28—30% zsírt tartalmazó, 24 órán át 3—4 C° körül hűtött tejszín. A habképződés, illetve az itt lefolyó jelen-

ségek még tisztázatlanok; a 24 órás lehűtés célja, hogy ezalatt a zsírgolyócskák megszilárdulhassanak. Néha kideríthetetlen okokból nem verhető habbá a tejszín; ilyenkor esetleg segít tojásfehérje vagy mézszacharat hozzáadása. Ezek még fel nem tárt, ismeretlen hatások.

### *Tojás.*

A tojást ovoskóppal átvilágítva vizsgálják („lámpázott tojás“); látni lehet a tojás tompább végén a héj és az alatta lévő finom ovokeratin hártya között lévő kis levegőbuborékot, a légkamrát, mely friss tojásban kb. 1 cm<sup>3</sup> nagyságú, azonkívül látni lehet, hogy a tojás tartalma „tisztá“-e vagy zavaros, továbbá látni lehet a megtermékenyített tojásban egy sötét magot (csírárt), melyből elágazó fonalak futnak széjjel; olyan tojásban, melyben a csíra elhalt, a sötét centrum (mag) körül sötét gyűrű látszik. Ha a tojásba penészgombák kerültek, a lámpázás foltokat mutat.

Eddig a lámpázáshoz emberi munkára volt szükség; az USA-ban olyan készüléket használnak, hol az átvilágítást nem emberi szem, hanem selen-cella (elektromos szem) végzi, illetve ellenőrzi (a selennek az a tulajdonsága, hogyha fény éri, tetemesen csökken ellenállása, illetve nő az elektromos áram erőssége). Állítólag ez a módszer sokkal pontosabb, mint az eddigi „lámpázás“, mert sem a héj színe, sem annak vastagsága nincs befolyással az elektromos szem működésére. De az amerikai nagy konzervgyárak csak a kakasmentes farmok tojóinak meg nem termékenyített tojását teszik el, mert a megtermékenyítettben élő rész van s ezért könnyebben romlik, mint az élettelen tojás. Különbösen is nagyon romlékony a tojás; a héj pórusain baktériumok, penészgombák juthatnak bele, de fertőződhet már a tojó tojásvezetékében és megtermékenyítés közben is.

A vásárló közönség szívesebben veszi, ha a tojás sárgája nem halvány citromsárga, hanem sötétsárga; sötétebb a szabadonjáró, élelmét részben maga kereső (rovarok stb.) baromfi tojásának színe, míg a zárt helyen etetett világosabb. Átlag a tojás sárgájának vastartalma 0,014%.

### *Vastartalom a tojásban.*

A vas vegyül a tojásfehérje kénvegyületeiből kiszabaduló kénhidrogénnel s ez a vassulfid mint zöldesfekete bevonat látszik gyakran keményrefőtt tojássárgája felületén (nem látszik, ha a tojást gyorsan lehűtik). Sokáig mindenféle módon igyekeztek a tyúkok eledelébe vaskészítményeket keverve

vasat vinni a tojásba. Egy külföldi szanatórium vérszegény nők részére már vastartalmú tojáskúrát hirdetett. Azonban sem a vastartalom fokozása (bár hosszú ideig eredménnyel bízott tejsavas vas adagolása a baromfi-eledelbe), sem a tojássárgájának festékkel való „javítása“ nem vezetett eredményre; csak 1935-ben, két évvel ezelőtt sikerült ez utóbbi, úgyhogy a tojókkal zsírban oldható kátrányfestéket etetnek, ami azután átmegy a tojássárgájának zsírjába.

#### *Tojáskonzerv.*

A héjából kivett folyékony tojást úgy konzerválják, hogy fél órán át gépekkel összerázzák; mikor a tömeg már teljesen homogén, hosszú, hajlékony, alulról fűtött mozgó fémszallagra folyik rá, melyről aztán acélkaparók vakarják le aransárga pelyhek alakjában a rászáradt tojástömeget. Szítákon osztályozva, esetleg még alulról befűjt száraz, meleg levegőárammal szárítva nyernek olyan tojásport, mely csak mintegy 5% vizet tartalmaz; ezt bádogdobozokban árusítják. Ugyanígy feldolgozható természetesen nem az egész tojás, hanem külön csak a sárgája.

#### *Tojáspótszerek.*

Rendkívül sok a visszaélés a tojáspótszerek készítése terén. Különösen a háború alatt árultak mindenféle surrogatumot, melyeknek a legtöbb esetben semmi közük sem volt a tojáshoz, hanem többnyire sárgára festett sütőporok voltak. Pl. Tojol — kátrányfesték + borkő + szódabikarbóna, Kotkot — szódabikarbóna, búzaliszt, festék és borkő keveréke stb. Nem ritkán „pótolja“ ugyancsak valamilyen sárga anilinfesték a tojáshiányt az úgynevezett „tojásos“ tésztaiban.

#### *Tojáshab.*

A tojásfehérjéből habot lehet verni, de nem verhető habbá a meszes, mésztejben konzervált tojásnak fehérjéje. A habképződés, illetve habverés körülményei még tisztázatlanok.

#### *Búza.*

A háború előtt Magyarországon kitűnő búza termett; egyesek szerint még a híres Manitoba-búzának is tiszavidéki volt az őse. A háború alatt hanyatlott a föld megmunkálása, a búza minősége helyett inkább a mennyisége tűnt fontosnak. A Haditermény az átvételnél nem nézte a búza minő-

ségét, a sütőiparnak nem volt különösebb oka a lisztek gyenge sütőképessége miatt panaszt emelni, hiszen egy központtól kényszerültek átvenni a lisztet, mégpedig úgy, ahogy ott adták, a fogyasztóközönség pedig örült, hogy egyáltalában kap hol árpa, hol kukoricaliszttel kevert kenyeret. Nálunk is elterjedtek a nagyhozamú, lisztesszemű gyenge búzafajták. Búzánk e minőségi züllése 1924—25-ig tartott.

E közben Amerikából sok jó búza árasztotta el a világpiacot és ezért hazai búzatermelésünk igen válságos, végzetes helyzetbe került. Európai piacainkat csaknem mind elvesztettük már, mikor szakembereink reámutattak arra, hogy csak egységes, hazai viszonylatban bevált fajták terjesztésével lehet a bajon segíteni. Búzatermelésünk súlypontja ekkor a kvantitatív oldalról megint eltolódott a kvalitatívra; be kellett ezen irányváltozásnak következnie, mert ráeszméltek arra, hogy búzát termelni Európában csaknem mindenütt lehet, még a svájci fennsíkon is, az ilyen búza azonban többnyire lágy, keményítődús ugyan, de sikértartalma, főleg a sikérnek minősége nem kielégítő, pedig köztudomású, hogy ettől függ a liszt sütőképessége és a kenyér jósága, vagyis végeredményben ez dönti el a búza értékét. Megindult a magyar búzatermelés egységesítésére törekvő vetőmagakció, mely kevés, de jól megválasztott nemesített búzát szaporított el csaknem az ország egész területén; most már a 2'8 millió hold búzatermő területből 2'2 millió holdon folyik minőségbúza-termesztés. Az eddig kimaradt 600.000 holdnak bevonása az akcióba a legközelebbi évekre tervezett feladat.

A búza nemesítése nálunk jól sikerült s most már a helyes úton halad. Azonban a búzatermés minőségét csak részben kapja a vetőmagtól, nagyon befolyásolja azt a termőföld, az őszi, tavaszi időjárás, a napsugár hatása, a jókor jött eső s az érés és aratás idején uralkodó idő. Ismerjük eddig a vetőmag és a föld megmunkálásának hatásait, de a többi tényező hatása még nagyrészt ismeretlen, illetve nem modulálható. Talán eljő egyszer az az idő, mikor az óhajtott „minőségtermesztés“ egészen az ember kezében lesz, de ettől még igen messze vagyunk, addig még számtalan probléma vár megoldásra.

Amerikából jön az a hír, hogy a kanadai mezőgazdasági kísérleti intézetben „agropyron“ nevű növény himporával termékenyítették meg a közönséges búzát s így egy új búzafajtát sikerült előállítani, melyet csak egyszer kell elvetni és épp úgy, mint a fű, évről-évre kinő; tulajdonképpen csak aratni kell, a szántás és vetés szükségtelen. Az új búza kalásza ugyan egyelőre még nem eléggé dús és erőteljes, de takarmányozási célokra, valamint má-



sodrangú lisztfajták előállítására állítólag máris alkalmas. Valószínűleg a közeljövőben kell megoldani egy másik idetartozó fontos problémát: a búza-kereskedelem átszervezését. Szükség van erre azért, hogy búzáink valódi minőségének megfelelő méltánylásban részesüljön, a búzatermelő gazda megfelelő árat érjen el és nem utolja a malmok érdekében is. Kanadában és az Egyesült Államokban már hoztak idevágó törvényes rendeleteket s 1935-ben Argentínában lépett életbe a *búzák korszerű kereskedelmi forgalmazásának* legtökéletesebb rendszere, melynek lényege, hogy csak az a búzafajta és csak ott (abban a körzetben) termelhető, melyet a földművelésügyi hatóság engedélyezett, továbbá, hogy a termést, külön-külön az egyes kategóriákba sorolt búzákat, tárházakba gyűjtik össze. Nálunk is ilyen, vagy ehhez hasonló intézkedés tenné lehetővé, hogy standard minőséget kínálhassunk garancia mellett, de akkor le kellene győznünk Dél-Amerikát, jobbat produkálni, mint Argentína! Búzafölöslegünk külföldi értékesítésének egyik nehézségét abban kell keresnünk, hogy búzáink termelési helyük szerint más-más minőségűek s így nem szolgálhatják azt a célt, amit a külföld kíván. (Ugyanez a baj borainknál is. Míg pl. Franciaországból mindig hozhatjuk teljesen ugyanazt a bordeaux-t vagy burgundit, tőlünk standard egri bikavért vagy szekszárdit hiába kívánna a külföldi vevő.) Azon országok, melyeknek talaja s kiimája kevésbé alkalmas jó búza termesztésre, lisztjük sütőképességének javítása céljából bizonyos százalék kiváló minőségű úgynevezett „javító“-búzát kevernek honi búzájukhoz; erre pedig csak jó-minőségű, egységes búzáink alkalmasak.

Szintén aktuális, de ezidő szerint még megoldásra vár a gabonatözsdén a jegyzés módjának reformja; a származási jegyzés helyébe a *minőség szerinti jegyzés* elrendelése. Az állathízlalásnál fontos takarmányliszt belső tápértéke gyakran nem kielégítő; ezt a belső értéket a keményítő- és a proteintartalom szabja meg. A tőzsdén a 8-as lisztet csak külső tulajdonságai szerint bírálják el; régi óhaj, hogy a minőségi megállapítás belső értékek alapján történjék.

*Malomipar.*

Mióta a gabonának lisztté s ennek kenyérré való feldolgozása túlnyomó részben iparrá lett, jelentékenyen befolyásolta a termékek minőségét, illetve az elkészítés módját a fogyasztóközönség ízlése. Nálunk nyolc liszt típus készül, míg Amerikában s Angliában csak három. A fogyasztók óhajai néha indokoltak (pl. a fogós lisztek iránt fokozódó kereslet), de néha indokolatlanul.

nők vagy alig érthetők (pl. a múlt század végén a korpadús kenyér, a közel-múltban a fehér liszt iránti túlzott kereslet). A malom kénytelen alkalmazkodni vásárlói óhajaihoz, különösen mióta (ellentétben a régi vámörléssel) a malom mint saját gyártmányát viszi piacra lisztjét; a megnövekedett verseny folytán fokozottabb gondot kell fordítani a minőségre. A lisztet importáló országok ma már nemcsak színe alapján, hanem kémiai analízis adatainak tekintetbevételével vásárolják a lisztet s különös tekintettel vannak a liszt sütőképességére; a tőzsdei szokásoknak a fizikai vizsgálatra vonatkozó határozmányai tehát ma már nem elegendők.

A világháború utáni lisztkémia jelentős eredményeket ért el a liszt színének halványításával és sütőképességének mesterséges úton való javításával. Tudvalévően friss lisztben úgy a halványodás, mint a sütőképesség javulása természetes úton is bekövetkezik, de ehhez hosszabb idő, 4—6 hónapig tartó pihentetés kell. A lisztjavító szerek rendeltetése, hogy ezt az időt kiküszöbölve, a lisztet hirtelen javítsa. A folyamat, mely a lisztben c kémiai javítószer hatására végbemegy, igen bonyolult s ma sincs egészen felderítve. Bizonyos, hogy a liszt sárga festőanyaga oxidálódik és elszíntelenedik; kezeletlen lisztben a hosszabb ideig tartó raktározás alatt a levegő oxigénjének, a lisztjavítókkal kezeltben pedig a vegyszerek oxidáló hatására. A sütőképesség kismértékű javulása abban leli magyarázatát, hogy a hozzáadott szerek egyrészt a siker kolloidkémiai tulajdonságait (duzzadó-képességét stb.), másrészt az enzymeek tevékenységét fokozzák. De a forgalomba került számos liszt javítószer közül mindössze néhány vált be; leginkább elterjedt az Elco I. (nátriumperborát), Elco II. (káliumbromát), Multaglut (ammóniumperszulfát), Novadelox (benzoylperoxid) és Golo (nitrosylklorid és klór). A legtöbb ország élelmiszer törvényei tiltják e szerek alkalmazását, bár eltérők a nézetek arra nézve, hogy az igen minimális mennyiség (0'005—0'01%) az emberi szervezetre káros lehet-e. Különben a kémiai lisztjavítószer jelentősége az utóbbi 3—4 évben erősen csökkent, még azokban az országokban is, ahol használatukat engedélyezték, mert a fehér liszt iránt a múltban mutatkozó nagy kereslet (mely a lisztjavítókat szülte) megszűnt.

### *Liszt tárolása.*

Tárolás közben a liszt igen könnyen felveszi a környezet szagát, ami kolloidkémiai jelenség; a szagos anyagok mint aerosolok vannak a levegő-

ben, ezeket a gabona, illetve liszt kolloid anyagai absorbeálják. Pl. fenol- (karbolsav) nyomokból a zsákban raktározó liszt 12 óra alatt annyi fenolt köt meg, hogy ez a lisztben (mint tribrómfenol) kimutatható.

### *Papírsákok.*

1937 óta a lisztforgalom céljaira előnyösebbnek tartják a papírsákot, mint a jutazsákot, mert higiénikusabb, kivehető belőle a teljes súly, ami jutazsákból nem lehetséges, nem kerül idegen anyag a lisztbe (pl. jutaszál). Használat után a papírsákot elégetik, újra liszttel nem töltik.

Újabb kutatások célja, ultraibolya sugarakkal besugárzás útján növelni a liszt *D* (rachitis elleni) vitamintartalmát. A liszt sütőipari értékének megállapítása ma úgyszólván az egész világon (külföldön többen használják, mint itthon) *Hankóczy* készülékével történik, mely a tészta (liszt és víz) fizikai változásait folytatólagosan mérve, diagrammban tünteti fel az értékeket s könnyen áttekinthető képet nyújt a lisztnek sütőipari tulajdonságairól.

### *Kenyér elöregedése.*

Régóta sokat foglalkoztatja a lisztkémiát annak a kérdésnek tisztázása, hogy mi okozza a kenyér (sütemény) aránylag rövid idő alatt bekövetkező öregeését; miért lesz a reggeli zsemle estére már ó-süttetű (altbacken)? A kenyérben (állás közben) a bélből a héj felé vándorol a nedvesség, a friss kenyérbélben oldott amyloextrin kicsapódik, a bél kevésbé rugalmas, morzsalékony lesz, míg a kenyér héja szivósabbá válik, de veszít ridegségéből. Hogy ez nem kiszáradás, azt bizonyítja, hogy az „altbacken“\* zsemlye felmelegítve megint friss, ropogós lesz (de ezt csak egyszer teszi meg). Erős hűtés (újabban száraz jéggel) megakasztja a bél és héj közötti vízkicserélődést s ezzel megállítja az öregedést, azonkívül gátolja a kenyér pórusaiban lévő széndioxid diffúzióját, a vízelvonó levegővel való kicserélődését.

### *Lisztkonzerválás.*

A liszt az apró lisztszemcsék között sok levegőt tartalmaz; mindenesetre ez is hozzájárul ahhoz, hogy a liszt könnyen romlik, mert a liszt bomlását előidéző mikroorganizmusoknak oxigénre van szükségük. Tengeri hajókon lisztszállítás alkalmával tűnt fel, hogy a jutazsákok átnedvesedése

\* Arany János „madárlátta“ kenyérnek nevezi.

esetén a víz kevésbé hatolt be a lisztömegbe ott, hol a liszt erősebben nyomódott össze. Az alul fekvő zsákokba a felettük fekvők súlya következtében csak 8 mm-re hatolt be a víz a lisztbe; téztaképződés folytán csomók keletkezését figyelték meg, főleg, a zsák végén (a bekötésnél), hol lazább a liszt. Ezután támadt az a gondolat, hogy a lisztet összenyomva, pl. táblákban szállítsák. Erősen összenyomott lisztömeg belsejébe nem jut levegő és az ilyen lisztben csak intramolekuláris lélekzés mehet végbe; azonban csak összepréselés nem akadályozza meg a külső behatást (nedvesség, penész, baktériumok, napfény oxidáló hatása, kukacok, rágcsálók stb.). Konzerválni lisztet tehát csak úgy lehet, hogy géppel térfogatának mintegy harmadára összepréselik, azután az így kapott lisztkockát (vagy lisztéglát) alkalmas bevonóanyaggal burkolják. Ha a vékony burkolóhártya vízben oldhatlan, nem ég, sav, lúg iránt érzéketlen, stb., akkor az így bevont liszt határtalan ideig eltartható (dr. Vük és dr. Gömörly 120.938. sz. magyar szabadalma).

#### *Fa-szóróliszt.*

Az önellátás szülöttje a pékiparban a „faliszt“ (Holzstreumehl); Németországban 1937 eleje óta a pékipar szóróliszt gyanánt nem használhat búzalisztet vagy rozslisztet, hanem kizárólag falisztet. Ez a faliszt friss fűrészből készül, növényi rostokon kívül mást nem tartalmaz, közegészségügyi szempontból nem kifogásolható, különösen arra való tekintettel, hogy csak a sütemények (pl. kenyerek) legkülső felületével érintkeznek. Színe egészen világossárga, teljesen keményítőtmentes, tehát nem lesz ragadós (nem dextrinesedhet, nem csirizesedhet), minek következtében a pékműhelyben a munkaasztalok, lapátok tiszták maradnak. A szóróliszt pótlása fa-szóróliszttel nagyobb jelentőségű, mint első pillanatra látszik; nálunk az a lisztmennyiség, amelyet szóróliszt gyanánt elhasználnak, évi 400—450 vagonra becsülhető.

#### *Kártevők irtása.*

A malom kártevőinek (zsizsik, moly, kukac, penészek stb.) irtására sok mindennel kísérleteztek: klórpikrin, metilformiat, aethylenoxid, kéndioxid, szénkéneg, növényi olajok, nikotin, ásványi olajok, ciánhidrogén stb. Ásványi olajok (petróleum) hatása abban nyilvánul, hogy a kártevő légzőszerveit, lárváját vagy tojását finom olajréteggel a levegőtől elzárja, minek

következtében az élő kártevő megfullad. Ma legjobbnak tartott szer a ciánhidrogén vagy kéksav; megöli a molyt, zsisziket, azok tojásait, lárváit, egeret, patkányt stb., de nem árt a malomgépeknek.

*Rizs.*

A statisztikusok szerint kb. 880 millió ember eszik lisztből (búza, rozs) készült táplálékot; 1200 millió q búza világtermés megfelel 702 millió q lisztnek, vagyis fejenként 80 kg-nak, ami napi 22 deka. Érdekes, hogy ugyanennyi rizsfogyasztás esik fejenként egy napra; 880 millió q rizstermés 1100 millió ember tápláléka, tehát fejenként 80 kg, vagyis egy napra 220 g.

*Szója.*

A világgazdasági szempontból fontos tápszerek között első helyen áll a rizs, cukor, kávé stb. Újabban mind nagyobb jelentőségű lesz a szójabokor (Sója hispida). Termesztése az európai államok közül különösen Németországban fokozódik rohamosan; magjának olajtartalma 18—19%.

Rendkívüli módon terjed a szója használata; olaj- és fehérjetartalma teszik értékessé. Osakában alkohollal főzik, kioldják a szójaolajat s jelenleg folynak nagyszabású kísérletek a szójababhüvelyek értékesítésére, a cellulózé nyersanyagaként (eddig e hüvelyek a mandzsú lakosság fűtőanyagául szolgáltak).

*Burgonya.*

Magyarország 1937. évi rekord burgonyatermését csaknem 30 millió q-ra becsülik; a nyersburgonyakivitel nehézségei miatt a belföldi feldolgozás (egyrészt burgonyakeményítővé, másrészt burgonyapehellyé) vált szükségessé; Szabolcs megyében két új keményítőgyár alakult. A burgonyapehelygyártás tisztított burgonyának túlhevített vízgőzzel való kezelésével kezdődik, miközben a keményítő elcsirizedik, a pép meleg hengereken kiszárad papírvékonyosságú, halványsárga vagy szürkésárga pelyhekké. Emberi táplálék gyanánt (főleg kenyérgyárak veszik) csak a hámozott burgonyából készült pehely jöhet tekintetbe, mely igen tápláló, mert a burgonya összes alkotórészeit tartalmazza (nedvessége csak 10%).

*Száraz élesztő.*

Az erjedési ipar egyik ágának, az élesztőgyártásnak az a törekvése, hogy termékét, az élesztőt ne sajtolt, könnyen romló, 70% víztartalmú álla-

potban, hanem teljesen kiszárítva, de sütőtulajdonságainak épségben tartásával hozza forgalomba. Az ezzel járó előnyök: a lehető leggazdaságosabb térkihasználás, nagy távolságra való szállíthatóság és hosszú raktározhatóság. Melaszból kiindulva, ammónszulfáttal, erős szellőztetéssel megakadályozzák, hogy széndioxid és alkohol képződjék, amikor is az élesztő csak szaporodik, de nem erjeszti el a cukrot; önmagából veszi szén-szükségletét és egyidejűleg ammóniákból fehérje lesz.

Németországban a száraz élesztő készítésére a vákuumban való henger-szárítást alkalmazzák, míg nálunk rendes légköri nyomáson, tisztított levegő-árammal szárítják az élesztőt. Az erjesztőkádból kikerülő élesztő megfelelő mosás és sajtolás után alul finoman lyukacsos hengerbe kerül, melyből nyomás alatt, a kis nyílásokon keresztül, vékony szálak alakjában kipréselve találkozik a 40—45 C°-ú levegővel (ellenáramlás elve) s így módon hatóképessége épségbentartásával, 8—10% nedvességtartalmú, hosszú ideig eltartható, kis térfogatú, messzire szállítható élesztőt gyártanak. Belföldi szükségletünket sajtolt élesztővel fedezik, a kivitelre kerülő szállítmányok legnagyobb része már szárított élesztő.

### *Paradicsom.*

A mezőgazdasági válság, mely különösen gabonáink termelését érintette súlyosan, ezenkívül a cukorrépa- és a dohánytermelést korlátozta erősen, ráterelte a figyelmet több olyan lehetőségre, melyet addig figyelemre sem méltattak; ilyen volt a paradicsomtermelés, illetve a paradicsomkonzerv külföldön való értékesítésének lehetősége. 1926-ban még csak 538 q paradicsomkonzervet vittünk ki 48.000 pengő értékben, 1936-ban már 55.657 q-t 2,519.000 pengő értékben. Legjobban ezek a számok mutatják, hogy ez az új mezőgazdasági iparág milyen impozáns fejlődésnek indult az utolsó tíz évben.

1926-ig a paradicsomkonzervgyártás úgyszólván kizárólag olasz ipar volt, bár némi versenyt jelentettek a spanyol, francia és amerikai gyárak; minőségre nézve még ma is első helyen áll az olasz áru. Kiváló terem nálunk is, mert klímánk a paradicsomnak igen megfelel. Tulajdonképpen az olasz-abesszin háború idején érte el csúcspontját a magyar paradicsomkonzervgyártás, mikor az Olaszország elleni szankciók következtében a magyar paradicsomkonzervet nem volt nehéz aránylag igen jó áron eladni. Ez az időszak nagy vonzóerővel bírt új gyáralapításokra; Csehország,

Ausztria (Burgenland), Jugoszlávia (Üszküb), Bulgária és Dél-Amerika (Chile, Argentína) új berendezésű gyárai keltek versenyre az olasz, s a beháború miatt kevésbé jelentős spanyol termékekkel. Azonban nem várt gyorsan megérte ez a konjunktúra a reakciót, t. i. a szankciók megszüntetésével nagytömegű olasz paradicsomkonzerv került megint a világpiacon, ami csökkentette az árakat.

A paradicsom igénytelen növény, öntözni nem kell, a nálunk nem ritka nyári szárazságot jól állja. Aránylag kevés betegség bántja; a pettyes levélfoltosság (septoria) ellen (mely főleg az USA-ban pusztít) nem nehéz kénporozással védekezni. Egy katasztrális hold hozamát átlag 150 q-ra becsülik.

Paradicsomtermeléssel nálunk eleinte főleg Budapest, Kecskemét, Cegléd, Nagykőrös, Gyöngyös környékének kisgazdái foglalkoztak, de most már sok más helyen is terjed művelése; kellő minőség termelése esetén a termelő termésének nagy részét számottevő feláron exportálhatja is, pl. a „Lucullus“-paradicsomot, mely a kiviteli követelményeknek minden tekintetben megfelel.

A paradicsomot a gyárban mossák, zúzzák, passzírozzák (levét elválasztják a héjaktól és magoktól); a lé vákuum-befőző üstökben 40 C° körüli hőn besűrűsödik mintegy  $\frac{1}{6}$  részére, vagyis az eredetileg 5% szárazanyagot tartalmazó léből csaknem 30% (28%) szárazanyagtartalmú édeskés, piros püré lesz, melyet bádogdobozokba töltve hoznak forgalomba. A jól készített konzerv tartós áru, mely éveken át változatlan marad. A legújabb jugoszláv, üszkübi gyár hordóban szállítja a paradicsompürét. Tilos az áruban a savtompítás, cukrozás és festés.

Nálunk olyan kitűnő minőségű, speciális zamatú áru készül, hogy arra méltán büszkék lehetünk, akár tokaji aszúnkra, bánkúti búzánkra vagy kecskeméti barackunkra.

#### *Must befőzése.*

A paradicsom befőzésére használt vákuum-befőzőüstök felhasználhatók a must és más gyümölcsle befőzésére; rendszeren térfogatának kb.  $\frac{1}{3}$ -ára főzik be a mustot, ami körülbelül 50% cukortartalomnak (32 Baumé-fok) felel meg. Az ilyen koncentrált must még nem annyira sűrű, hogy pincekezelése nehézséget okozna, de viszont már olyan tömény, hogy nem erjed el.

*Must fagyasztása.*

Fagyasztás útján is besűríthető a must; víztartalmának részben jégkristályok alakjában való kiválasztása az olasz *Monti* találmánya. Eleinte + 2 C°-on állni hagyják a mustot, hogy a zavarosságot okozó anyagok leülepedjenek; a leeresztett tisztult mustot fagyasztómedencékben folyton keverve nem hagyják tömbökké összefagyni, hogy a kifagyott apró jégkristályok centrifugálással elkülöníthetők legyenek a sűrű, meg nem fagyott musttól. Az így sűrített must világosszínű, mézszűrűségű, kellemesízű és mustjavításra azzal a korlátozással használható fel, hogy a javított mustból származó bor alkoholtartalma ne haladja meg a 14 térfogatszázalékot. Hátránya *Monti* eljárásának, hogy a kifagyott jégben vízen kívül fehérjék, cukrok, savak is vannak, tehát nemcsak a víz fagy meg.

*Borok fagyasztása.*

Bortörvényünk megengedi borok fagyasztását is, azért, hogy az így sűrített bor típusborok és csemegeborok készítésére legyen használható. Az így nyert bort csak „sűrített bor“ néven szabad forgalombahozni és maximálisan 22,5 térfogat-százalék alkoholt tartalmazhat. Kétféle módon fagyasztják a bort. Az egyik eljárás lényege az, hogy a bort nyugvó, 25 liter ürtartalmú bádogcellákban helyezik a —16 C°-os hűtőegybe s azután kb. 12—16 óra múlva a megfagyott kásás borjégből a folyékony, nagyobb alkoholtartalmú bort centrifugán vonják ki. — A másik elv szerint a bort nagy szekrényben (tartányban) hűtik le, állandó erős keverés közben s a kásás jeget centrifugálják. A borfagyasztó eljárásoknak hátránya főleg az, hogy a kifagyott vizes jégben kb. 1%-os alkohol és egyéb boralkotórész megy veszendőbe.

*Bor vasmentesítése.*

Igen kis mennyiségben a vas rendes alkotórésze a bornak (kb. 1 g pro hl), de rozsdás edényekből, vasszegekből, a gyümölcszúzó gépekből és présből több vas is juthat a borba; ideális az volna, hogy a pincegazdasági eszközök és gépek Krupp-féle rozsdamentes acélból készülnének. Két olyan borhiba okoz sok bajt, aminek a borban lévő vas az alapja: az egyik a fekete törés, a másik a fehér törés. Fekete törést a borban lévő, oldható, színtelen ferrotannát oxidációja ferritannáttá okoz; a fehér törésről régeb-



ben azt hitték, hogy fehérjekiválásnak tulajdonítható, de ina már tudjuk, hogy az oldhatlan ferrifoszfát képződésen alapul. A feketetöréses borok színe kékesfekete, míg a fehértöréses borok világoskékes színűvé válnak, majd szürkés-kék csapadék keletkezik. Érdekes, hogy ez a csapadék fény hatására oldódik (a bor zavarossága megszűnik), amit azzal magyaráznak, hogy a fény a ferri-sókat ferro-sókká redukálja; sötétben ezek megint oxidálódnak ferri-vegyületekké (vagyis a bor ismét zavaros lesz).

#### *Kékderítés.*

Újabb (1923) sikerült a bor vastartalmának eliminálásával elejét venni úgy a fekete, mint a fehér törés bekövetkezésének, egyszerűen azáltal, hogy a vasat sárga vérlúgsó (ferrociankálium) hozzáadásával kicsapjuk. Fémekkel, pl. vas, réz stb., a ferrociankálium csapadékot ad; ferrisókkal berlinikéket, rézzel ferrocianrezt, cinksókkal szintén fehér csapadékot ad, de fehérjéssel is kicsapódik. A fontos tehát az, hogy éppen a kellő mennyiségű sárga vérlúgsót tegyük borunkba, se többet (mert ezt a bor savai elbontják), se kevesebbet (mert ezzel nem érünk célt, nem küszöböljük ki borunkból a vasat). Eleinte nálunk idegenkedtek ezen új (1929-ben engedélyezett) eljárástól, néhány éve azonban fejlődik népszerűsége; az utóbbi 3—4 évben évente több száz hl bort derítettek vérlúgsóval. Rendesen az olyan borokat kékderítik, melyek már három fejtést kaptak; a vérlúgsó a bor zamatanyagait nem érinti, az illatanyagok (bouquet) kialakulására nincs befolyással. A bor mesterséges érlelése még megoldatlan probléma.

#### *Szárzajég.*

A szárzajég  $-80^{\circ}\text{C}$ -on megszilárdult, 99,8%-os szénsav. Először *Landolt* gondolt arra 1884-ben, hogy szilárd szénsavval hűteni lehetne. Bár több mint 110 éve, hogy folyékony széndioxidot sikerült előállítani, szilárd állapotú pedig már 1834-ben állított elő először *Thilorier* (francia). Chicagóban a cement égetésekor a cementkályhákban képződő szénsavgázt hasznosította az Oklahoma Portland Cement Company. A Rajna mentén Gerolsteinben szénsavgáz áramlik ki a földből, itt épült az első német szilárd-szénsavgyár. A gázt 58 légköri nyomáson kompresszorban folyósítják, azután gyorsan elpárologtatják, mire hőszerű tömeggé fagy meg, melyet kocka- vagy hengeralakú tömbökbe préselve hoznak forgalomba. 1 kg-nak

hűtőhatása két és félszer akkora, mint a természetes jégé. Olyan hideg ( $-79^\circ$ ), hogy égési sebeket okozhat. Ha csak nyitott tartányban lévő szilárd jeget használnának pl. vasúti kocsikban, hajókon, jégszekrényekben, akkor nem érvényesülne a teljes hatás, mert a szénsav túl gyorsan párologna el és túlságosan lehűtené a helyiséget; ezért a tartányt mindig jól kell izolálni. A szárazjeget azonban nem szabad légmentesen záró tartályba tenni, hogy a fejlődő gáz elillanhasson; legjobb faládjában, mesterségesen nagyított hőkicserélőfelülettel, papírszeletekkel vagy fűrészporral kitömve, úgyhogy a szárazjeget vastag réteg vegye körül. Sokszor igen előnyös a széndioxidlégkör konzerváló hatása; pl. zsír nem oxidálódik, mert a szénsav kiszorítja a levegőt, a lehűlő zsírt szénsavgáz-burok veszi körül. Minden kg szárazjég 500 liter szénsavgázt fejleszt elpárolgásakor, ami betölti a helyiséget (hűtőkamra, vágón stb.) és megakadályozza szagok, illetve szagos anyagok összegyűlését. Az elpárolgás azonban csak lassan megy végbe, mert a hideg gázréteg a meleg levegő és a hideg szárazjég-tömb között foglal helyet. Nagy gyakorlati előnye, hogy a hűtőhelyiség újratöltése sokkal ritkábban szükséges, mint vízjég esetében, a hideghatás többszörös, nagy a termegtakarítás, szárazon párolog el, maradék nélkül (nincs víz, sem gőz).

Amerikában a szilárdjég 90%-át ice-cream (fagylalt) készítésére használják; a fagylaltmasszába (gyümölcsvelőbe) szilárdjég-por kevernek (20 literhez 5 kg szárazjeget) és így 1—2 perc alatt kész a kívánt fagylalt. Az ízt a széndioxid nem befolyásolja, sőt a beszorult széndioxid-buborékok frissítően hatnak. A fagylalt szállítását hidraulikus présekkel fagyapotból készült kettősfalú, könnyű tartányokban eszközük; a kettősfalak közé teszik felül a szárazjeget (a szénsavgáz nehezebb a levegőnél), melyből 1 óra alatt csak 1—2% párolog el. A szárazjég csomagolásához fém nem alkalmas, mert sietteti a párolgást, lévén jó hővezető.

A technika ezen újabb vívmánya nálunk igen nagyjelentőségű gyümölcsünk kivitele szempontjából. Gyümölcsstermesztésünk az utolsó évtizedben nagy haladást mutat; több gyümölcsfa ültetésére ösztönző, hatásos propaganda megtörte gazdáink természetes konzervatívizmusát és a gyümölcsnemesítéstől, a növényvédelmi szerek alkalmazásától való idegenkedését, úgyhogy örvendetesen fejlődik a modern segítőeszközök, kémiai permetező szerek használata és a gyümölcs ellenségeinek, kártevőinek irtása. Belföldi gyümölcsaink felvehetik a külföldi áruval, de a világpiacon mégis csak igen szerény szerephez jutottak, olcsóságuk és jóságuk ellenére. Kül-

kereskedelmi hivatalunk támogatásával gyümölcstermelőink minden igyekezetükkel azon voltak, hogy az *alma, körte, barack, őszibarack, egres, cseresznye* stb. a külföldön piacra találjon. Hogy ez csak minimális mértékben sikerült, annak oka technikai nehézségben rejlett és ez az, hogy nem volt lehetséges nedvdús gyümölcsöt érett állapotban szállítani, hanem a fogyasztóhoz olyan állapotban érkezett, hogy sem külsőleg, sem ízet, zamattét, szagát, illóanyagait tekintve már nem egészen felelt meg, vagyis természetes jó minősége szállítás közben csökkent, vagy nem fejlődhetett ki kellőképp, mert éretlenül kellett útnak indítani. Azt a különbséget, mely a vasúti kocsiban *utánérlelt* vagy a *száron érett* gyümölcs között mutatkozik, nem lehetett észre nem venni; hogy ezáltal mennyi kihasználható lehetőségűtől estünk el, azt legjobban illusztrálja az az adat, hogy Anglia gyümölcsbevitale 80 ezer vágón (a banánt nem számítva bele).

A szárazjéggel való hűtés kiküszöböli ezeket a nehézségeket. Míg a régi rendszer vízjéggel hűtött, utánjéglést-igénylő volt, ezzel szemben most könnyen mozgatható, 1500 kg önsúlyú szekrényekben (containers), melyből három fér el egy vasúti kocsiban, szállítható az áru, természete szerint 25C0—3500 kg raksúlyig. A szekrények hőszigetelése és hűtőszervezete a beléjük rakott gyümölcsöt a külső levegő és hő behatásától óvja; átrakodás nélkül a termelőtől a rendeltetési helyre érkezik a nélkül, hogy íze, zamata megváltozna. Bevált *őszibarack, szőlő kivitelére* Londonba; el lehet érni azt is, hogy gyümölcsöt vagy paradicsomot nem szükséges éretlen állapotban leszedni és nem is kell kényszerítésre fogni. Egyedül kifogásolható eddig, hogy egyes gyümölcsök szénsavval telítődnek (pl. *dinnye*), de ez, mikor a szénsav-atmoszférából kikerül, néhány óra alatt elpárolog s a gyümölcs eredeti illatából, aromájából semmit sem veszít. Hátrányul hozható fel esetleg még az is, hogy kisebb mennyiségek szállítására nem alkalmasak a containerek, ehhez túldrágák volnának.

#### *Kevert jéglés.*

A régi (vízjég) és az új (szárazjég) hűtési rendszerek között foglal helyet az ú. n. kevertjéglésű rendszer, mikor a tárolókat vízjéggel lehető szorosan megtömve, csak néhány kg szárazjeget adnak hozzá. A kevertjéglésű térben elhelyezett gyümölcsök száraz tapintatúak, míg a vízjéglésű régi rendszert alkalmazva, nedvesek lettek. A kevertjéglésű térben a penészesedés (rothadás) jóval hosszabb idő múlva áll be, mint a vízjégrendszerben.

Még sok kísérletezés folyik e kombinált kevertjegelés tárgyában, de bizonyos, hogy a szárazjég olyan konzerváló erőt jelent, mely egészen új utakat nyit a magyar gyümölcs, főzelék, baromfi stb. külföldi értékesítése terén.

Érdekes a szárazjég alkalmazása a *kenyér frissen tartására*; mikor a sütökemencéből kikerült kenyér lassan már lehült közönséges szobahőfokúra (20 C°), akkor lehütik —25 (esetleg —30) C fokra s *így nem veszíti el frissességét*, hanem állítólag eltartható akár egy hétig is.

### *Fagyasztott gyümölcs.*

A fagyasztott gyümölcs paraffinozott kartonba csomagolva GA—1 kg-os darabok) Amerikában egész éven át elterjedt és kedvelt fogyasztási cikk; minthogy a vitaminok nem pusztulnak el, e tekintetben messze felülmúlja a konzervdobozban befőtteket. Eper —18 fokra lehütve nem veszít anti-skorbut-hatásából. —15—25 fokon tartott frissen préselt narancslé vagy citromlé nem veszít C-vitamintartalmából, csak az fontos, hogy rögtön a kisajtolás után lehűljön és ne legyen ideje oxidálódni. Miután a közeg savanyú, ez a veszély nem nagy, mert a C-vitamin gyorsabban oxidálódik neutrális vagy alkalikus közegben. Savanyú cseresznye ^4-vitamintartalma fagyasztás alatt nem fogy észlelhető mértékben. — Jobbak a fagyasztott főzelékfélék is, pl. bab, borsó, paraj, csirág stb.: *a) nyers főzelék frissen elkészítve (főzve) kitűnő C-vitaminforrás*, de elkészítés közben ennek csaknem fele (40%) elpusztul; *b) konzervdobozból kivett főzelékben, elkészítés után 75—85% C-vitaminhiány észlelhető*; *c) blanchirozás (fehérítés) után mindjárt fagyasztott friss főzelékben csaknem veszteség nélkül kimutatható eredeti vitamintartalma.*

A magyar hűtőipar aktuális kérdéseit a *M. Kir. Erjedéstani Állomás* vette működési programjába; a kísérleti tároló és hűtőház most készült el az állomás telepén.

### *Gyümölcskonerválás.*

Gyümölcstermesztésünk a háború óta nagy fejlődést mutat. Mikor elvették legjobb gyümölcstermő vidékeinket, Erdélyt, a Bácskát, Felső-Magyarországot, eltűnt piacunkról az olcsó gyümölcs. Most az időközben elmúlt két évtized alatt telepített új gyümölcsösök termőre fordulnak, tehát azzal kell számolnunk, hogy lassan, de állandóan emelkedni fog alma- és

egyéb gyümölcstermésünk. Szükség lenne tehát gyümölcsraktárépületekre, tárolókra, hol a termelők az eladásig eltarthassák termésüket. A gyümölcs-tárházak főkélléke fagyponthoz feletti, de állandó alacsony hőmérséklet és mérsékelt nedvességű levegő; legjobb 4—6 fok (Celsius) és 70—80% relatív nedvességtartalom. Szárazabb levegőben a gyümölcs fonnyad, ráncosodik, összetöpped; nagyobb páratartalmú levegőben pedig rothad.

A téli gyümölcsnek hűtőházakba való elraktározása még behatóbb tanulmányokat igénylő kérdés, mert az egyes fajták és a termőhely szerint is más és más elbánást igényel.

Általában gyümölcsök konzerválására alacsony hő és indifferens semleges gázokat alkalmaznak. Aethan-tartalmú levegőben igen sokáig romlás nélkül eláll az alma, körte, paradicsom, banán stb.; aethan az éretlen gyümölcs érését elősegíti, sőt az aethanban jobban megy végbe, mint levegőn. Semleges gázok csökkentik a levegő oxidáló hatását és gátolják aerobaktériumok tevékenységét. Széndioxidos levegőben, 23 hétig eltett almákban csak 1/3-rész a súlyvesztés, míg levegőben elraktározva (csak hűtve) 23 hét alatt a veszteség 66%.

#### *Főzelék konzerválása.*

Főzelékfélék eltarthatósága annál nagyobb, minél nagyobb a disaccharidok aránya a monosaccharidokhoz, vagyis minél több a nádcukor, malátacukor és minél kevesebb a fructose (penészeknek és baktériumoknak monose a táptalaja).

#### *Exportgyümölcs vizsgálata.*

A kivitelre kerülő gyümölcs növény-egészségügyi vizsgálata kötelező; bizonyítvány kíséri a gyümölcsöt a címzettig. Különösen a kaliforniai pajzstetű és az amerikai eredetű almalégymentesség szempontjából történik a vizsgálat; ezek a főirányelvek, de megkövetelik, hogy a kivitelre szánt gyümölcs mentes legyen egyéb kártevőktől is (monília, apró pajzstetvek stb.). A kaliforniai pajzstetű és külső élősdiek alma, körte, szilva héján, mint élénkpiros folt vagy gyűrű láthatók; megnehezíti a vizsgálatot, hogy piros almán ez nem látszik. A mai helyzet tehát az, hogy külföldre hazánkban igen szorgos növény-egészségügyi vizsgálat nélkül nem jut gyümölcs.

#### *Kártevők irtása.*

Már igen rendezett a kártevők elleni védekezés nemcsak a kertészetekben és gyümölcsösökben, hanem az erdővédelem és különösen a szőlők

védelve is fejlődött az utóbbi évtizedekben, annyira, hogy e tekintetben már igen szép eredményeket értek el. A szőlőbetegségek (lisztharmat, peronoszpora, fekete rothadás, orbánc, esca-betegség és az állatiak: filoxera, szőlómoly, ilonca) sok és néha sürgősen megoldandó problémát tárt a növényvédelemmel foglalkozók elé. A bordói-lé a francia *Millardet* kezdeményezésére (1885) a peronoszpora ellen, a kén a lisztharmat ellen kitűnően beváltak. Az állati kártevőket arzénvegyületekkel ma már nemcsak a szőlők vincellérjei, hanem a kertészek és az erdővédelem is sikerrel használja. E téren is állandó haladást jelent a kémikusok kutató munkája.

### *Folyékony gyümölcs.*

A termelőnek és a fogyasztónak egyaránt régi óhaja a gyümölcsöket egész éven át élvezhetni. Igyekeztek konzerválni a friss gyümölcsöt, különösen hűtőházakban való raktározással stb., de végül e cél elérése csak a gyümölcsök kisajtolása útján kapott gyümölcslevek konzerválásával sikerült. A „folyékony“ szőlő gyártása külföldön igen nagy iparággá fejlődött, különösen Németországban és Ausztriában. A folyékony szőlő kristálytiszta, maximum alkoholtartalmú, jól záró üvegben évekig megőrzi a friss szőlő jellegzetes, értékes arómaanyagait. Paraffinozott dugókkal zárják le az üvegeket, nehogy a dugó és az üveg közti hézagon fertőzés legyen lehetséges. A feladat tulajdonképpen abból áll, hogy a gyümölcslevet (pl. mustot) hogyan lehet megóvni penészedéstől és attól, hogy cukortartalma elerjedjen. Ezt két módon sikerült elérni: *melegen pasztörözéssel*, de ez többé-kevésbé főtt ízű és zavaros italt eredményez; a zavarosság eltüntethető zselatin-derítéssel, de a főtt ízt nem lehet megszüntetni. *Hidegen csírátlanító szűrőn* való szűréssel kiküszöbölhetők a must élesztői, baktériumai és penészgombái. Ez a hideg mód tehát jó, de csak nagyobb üzemben rentábilis, drága eljárás, mert igen kényes tisztaságot, csaknem orvosi műtőhöz hasonlítható steril eszközöket, munkásokat igényel és a kiindulási anyagnak, a szőlőnek teljesen hibátlannak kell lennie.

### *A pektinek.*

Mint a cellulózé kísérői, igen elterjedtek a növényvilágban; zselatináló anyagok, melyek a cukrokhoz közelálló szerkezettel bírnak. *Frémy* már 1824-ben az éretlen gyümölcsökben lévő ilyen oldhatlan anyagokat pektóznak nevezte; ezek a gyümölcs beérése folyamán kolloidan oldható pek-

tinekké lesznek. *Fellenberg* mutatta ki, hogy metoxiltartalmú vegyületek. *Bracconot*, *Mulder* s újabban *Ehrlich* munkái nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy ezen érdekes jelenségeket tisztázzák. Sok vastag kötetet írtak a pektinekről, de még a világháború előtt a praxis nem ismerte őket. Ma már gyárilag készül pektin, főleg USA, Anglia, Itália és Németországban. A gyári előállításra az első lökést Amerika prohibíciós törvénye, alkoholtilalma adta, mert az alkoholmentes italok, a friss gyümölcslevek kisajtolása után visszamaradó törköly értékesítésének problémája merült fel. Hogy ezt állatokkal etessék meg, az szárítást igényel, ezért kevés haszonnal kecsegtetett. Ma ezeket a gyümölcstörkölyöket előbb pektinre dolgozzák fel s csak azután, a visszamaradóból készül takarmány; a pektin előállítása jól jövedelmez, mert más, nagyon drága mesterséges anyagok (pl. agar-agar) helyett pektint használnak.

A pektinek a gyümölcstértékesítő-iparban elsőrangú fontosságúak. Cukorgyári répaszeletekből langyos vízzel kimossák az oldható idegen anyagokat s azután az így előkészített szeleteket vízzel forralják; a forróvizes extraktot beszárítva, majd megőrölve, sárga poralakú pektint nyernek. Sokkal gyorsabban érhető el a kivonás autoklávban nyomás alatt. Narancshéj, citromhéj, alma, körte, bogyók stb. teljesen hasonló módon forró vízzel kioldható pektineket tartalmaznak, de előzetesen meleg alkohollal és langyos vízzel kell az idegen oldható anyagokat, olajokat kiküszöbölni, mielőtt forró vízzel a pektinek kivonását megkezdendők. Egyes gyümölcsök (meggy, sárga- és őszibarack) kevés pektint tartalmaznak, vagyis befőzésre nem kocsonyásodnak meg; ezen segítendő, a törvény megengedi pektindús (például egres, alma, ribizke, málna) gyümölcsök pektinjének hozzákeverését, de tilos gelatine vagy agar-agar használata, mert ezekkel minden vizes oldat kocsonyásítható, míg a gyümölcsepektin csak akkor kocsonyásít, ha körülbelül 40—50% cukor is van jelen.

### *Ételeink színe.*

Szervezetünk emésztőnedveinek (nyál, gyomorsav, bélnedvek stb.) kiválasztását mirigyek végzik, melyeket működésre serkent az érzékszerveinkre gyakorolt hatás. Érzékszerveink (látás, hallás, szaglás, ízlelés) izgatása a legerősebb stimulus e mirigyek működtetésére. Az étel színe, szaga, íze étvágyfokozó tényezők; köztudomású tény az is, hogy az étvágyfokozás az emésztőnedvek bőségesebb kiválasztását idézi elő, ami előfeltétele a

normális emésztésnek. Ha nem megfelelő az étel szaga, színe vagy íze, vagyis nem eléggé kívánatos, akkor kevesebb emésztőnedv képződik; sőt, ha akár színe, akár szaga, vagy íze olyan visszataszító, hogy az étvágy ellenkezőjét, az undort idézi elő, akkor a nedvek kiválasztása annyira csökken, hogy az esetleg mégis bevett élelmet szervezetünk nem emésztheti meg.

Nem vitás ezek után az, hogy valamely élelmiszernek tetszetős, étvágygerjesztő, kívánatos külseje (a színe is) nagyon befolyásolhatja annak értékét. Vitás azonban ezideig az, hogy a kívánatos külső, amit gyakran az áru színe okoz, mesterségesen megváltoztatható-, javítható-e vagy sem?

### Mesterséges festés.

Ezzel a problémával kémikusok és jogászok sokat foglalkoztak, de még eldöntetlen, hogy szabad-e megfesteni az árut, hogy a gyárban esetleg ártalmatlan festéssel készített termék megtévesztése-e a vevőnek, szabad-e valamely cikknek tetszetősebb külsőt adni mesterségesen vagy nem? A festést illetően az egyes országok élelmiszertörvényei igen eltérő álláspontot foglalnak el; például az Észak-Amerikai Egyesült Államok minden festést tiltanak, Franciaországban ellenben meg nem festett zöldborsót (haricots verts) nem is kapni, mióta az 1912. évi törvény 100 mg rezet engedélyezett pro kg konzerv, Ausztriában 1902 óta szintén 65 mg pro kg rezet engednek meg. Vannak országok, melyek deklarációhoz kötik a festést, vagyis a gyáros köteles a cikken (üvegen, csomagolópapíron) feltüntetni, hogy mesterségesen festett. Az ilyen deklarációnak csak akkor van értelme, ha a fogyasztó meg is érti, ami nem mindig tételezhető fel.

E kérdés megvilágításául vizsgálni kell azt, hogy milyen árut milyen okból festettek? Kifogástalan, megfelelő árut festettek csak azért 1. hogy szebb, kívánatosabb legyen, tehát esztétikai okokból, 2. azért, hogy a megszokott áru színétől nem eltérő standardszínűvé tegyék, 3. azért, hogy egyenletes színű legyen a különben egyenlőtlen, foltos áru s végül 4. hogy eltüntessék az időszak okozta színváltozást (például a fehér téli vaját sárga nyári vajszínűre festik). Nem kifogástalan árukat festhetnek megtévesztési célokkal (tojástartalom helyett sárga anilinfesték) vagy pedig palástolási céllal (például friss hal látszatát idézik elő régebben elhullott hal kopoltyúinak festésével). Feltétlenül enyhébb elbírálás alá tartozik a különben megfelelő áru festése, de a gyakorlatban e festések megkülönböztetése néha csaknem lehetetlen és ez szól a mellett, hogy a festést eltiltsák, míg viszont



sok érv hozható fel az ártalmatlan festés engedélyezése mellett, ha az nem palástoló vagy megtévesztési szándékkal történik.

Az élelmiszerekben gyakran megváltozik a bennelévő természetes festőanyag is; a mindennapi életből példa erre a nyers marhahús színe (oxyhaemoglobin), mely hőhatásra megszürkül (mert coagulál). Két festőanyag is van a rák, languszt, humár páncéljában; forró vízben az egyik -oldódik, a piros oldhatatlan. A rákok, molluszkák, koraitokban a haemocyanin pótolja a haemoglobint; vérünk festőanyaga, a haemoglobin vastartalmú, a kékszínű haemocyanin réztartalmú (komplekkötésű rezet tartalmaz). Kenyérsütés közben képződik, tehát eredetileg nem volt jelen a kenyérhéj barnaságát okozó szín (karamellizálódás).

A mesterséges festés csak igen jelentéktelen, kismennyiségű festőanyag hozzáadását igényli. Lehet ez a festőanyag természetes festék, például festőmaláta, *rumcouleur*, *sörcouleur*, *curcuma* délázsiai gyökér, *sáfrány* (*Crocus sativus*), *saflor* (*Carthamus tinctorius*), *alkörmös* (*phytolacca*) stb., de lehet kátrányfesték is; azofestékek, melyek sulfo- és carboxylgyököt nem tartalmaznak, zsírban oldhatók, ezek *margarin és vaj festésére* alkalmasak, míg sajtok festésére a vízben és lúgban oldhatókat használják. Igen elterjedt a zöltségfélék zöldrefestése rézzel, az ú. n. reverdissage; ez azon alapul, hogy a főzelékfélék levélzöldjének chlorophyllje rézzel phylocyansavas rézzé vegyül, mely oldhatatlan és az emberi szervezetre ártalmatlan. Érdekes még a festésnek az a módja, mely a kiegészítő szín hozzáadásából áll; sárga és kék fehérít (például olivolaj sárgaságát methylibolyáival világosabb színűvé változtatják).

Az élelmiszerek festése közül gyakoribbak a következők: sárga kátrányfestékkel színezik a tojáskonzervet, margarint, tésztákat, gyümölcsszörpöt, fagylaltot, mézet, likőröket, ecetet, sajtot és vaját, pirossal a paradicsompürét, kolbászburkolatot; lefölözött tejhez sárga festéket adnak a kék kompenzálására, rizshez, liszthez ultramarint vagy indigót (fehérítés céljából), az alkoholos italokat karamellel festik.

### *Ételeink szaga.*

Féltűnő jelenség, hogy míg az ételek festésével, azok színével már oly sok vizsgálati eredmény áll rendelkezésünkre, addig alig található adat az élelmiszerek illó alkotórészeit, szóval szagát illetően; pedig nemcsak minden etetnek és itálnak, hanem a készítésükhöz szükséges majdnem minden egyes nyersanyagnak is esetleg jellegzetes a szaga. A kifogástalan szag az

élelmiszereknek éppoly fontos követelménye, mint akár a színe, a táplálóértéke stb. Nyilvánvaló, hogy az élelmiszervizsgálat addig nem tökéletes, míg mellőzi a szag vizsgálatát. A szag illó vegyületektől ered; ha ezeket meg tudnák határozni, az e kérdés megoldását jelentené, de az élelmiszerekben olyan minimális nyomokban vannak jelen, hogy az eddig ismert módszerek nem vezetnek eredményre. Fiziológusaink szerint orrunk szagbeli érzékenysége szűk határok között változó; hol több, hol kevesebb illóanyagnak kell orrunkba jutni, hogy szagot érezzünk; például az anetol érezhetősége 333-szorosa a cymolénak. Az érezhetőség meghatározására már többen dolgoztak ki módszereket, de az érezhetőség még egymagában nem jellemzi eléggé a szagos alkotórészeket, mert eltekintve attól, hogy teljesen egyéni, lehetséges, hogy illó vegyületek (bizonyos arányban) megszüntetik, elnyomják egymás szagát, vagyis kompenzálják egymást, például petróleum szaga kámforral tüntethető el. Az érezhetőség rendes mértéke változatlan maradhat, annak ellenére, hogy a szagot adó illó alkotórészek mennyisége tetemesen nagyobbodott. Az élelmiszerek vizsgálatával foglalkozóknak ezidőszerint a „szag“ meghatározására szabatos módszerük még nincsen, de valószínű, hogy az élelmiszereknek ezt az eddig elhanyagolt fontos tulajdonságát is sikerül majd kifejezhető számszerű pontos adatokkal definiálni.

#### *Harci gázok halasa élelmiszerekre.*

A modern „vegyszerháborús“ eszközök közül a harci gázok igen jelentős hatással lehetnek az élelmiszerekre. Hatásuk alapján három csoportba oszthatók; megkülönböztetésül színes kereszttel jelölték meg azokat: zöldkeresztesek (tüdőmérgek), sárgakeresztesek (bőrmérgek) és kékkeresztesek (könnyeztetők). Bizonyos, hogy a vegyi harcanyagokkal érintkezésbe jutott élelmiszerek fogyasztásra alkalmatlanokká lesznek, ezért minden módon arra kell törekedni, hogy ez az érintkezés ne következzen be, vagyis meg kell védeni az élelmiszereket; ha mégis eléri a mérgező vagy mérgező gáz, akkor fogyasztás előtt okvetlen méregmentesítést kell végezni.

Az élelmiszerek megvédése talán a legjobban a konzervdoboz által sikerül; mielőtt a dobozt felbontanék, ajánlatos azt klórmészoldattal lemosni. Védelmet nyújt esetleg vízhatlan zsírpapírba vagy cellofánba való csomagolás; főleg zsírokat (vaját), sajtot, cukrot, kávé stb. óvhatunk így meg. Szénát, szalmát préselve, impregnált vászonba csomagolva vagy ilyen-

nel letakarva védhetünk meg. Általában legjobban védenek a légmentes tártányok, megfelelő helyiségekben. Az élelmiszerek méregmentesítése már sokkal nehezebb feladat. Azon anyagokat, melyeket Yperit vagy *mustárgáz* (sárgakeresztes anyag, dichlordiaethylsulfid) ért, a legajánlatosabb megsemmisíteni; a mustárgáz nehezen párolog, csak 216 fokon forr s vízzel is csak nehezen bontható el hosszabb forralás útján, tehát napokig, télen esetleg hetekig is megüli a fedezékeket, melyeket csak klórmésszel való perme-  
tezéssel lehet tőle megtisztítani. Szaga alig van, kissé mustárra emlékeztet; jelenléte észre sem vehető, hatása csak órák múlva kezd kifejlődni, mikor ellenszere (a klórmész) már hatástalan.

A *zöldkeresztes gázok* (klórvegyületek, tudómérgek, fojtógázok) közül a *phosgen* (klórszénoxid) hathatós szellőztetéssel elűzhető, mert könnyen illan, — 8 fokon forr. A phosgénnel egyező mérgezést okoz a *diphosgen* (*Perstoff*), mely szintelen folyadék, 125 C°-on forr; ammóniás vagy szódás víz ezt is elpusztítja, úgy mint a phosgent.

Az amerikai „Lewisit“ (halál-harmat, chlorvinylarsin) a világháborúban nem került használatra.

A *kékkeresztes* könnyeztető anyagok (diphenylarsinchlorid és diphenylarsincyanid) 300°-on forró szilárd anyagok, melyeket explóziós gránátok segítségével finom köddé széjjelrobbantva használtak. Levegő, napfény és víz (eső) a legjobb méregmentesítők. Lábon álló vetést (gabonát) gázosítás után aratni csak akkor szabad, ha előbb szél, napsütés (esetleg eső) érte.

### *Mezőgazdasági problémák.*

A mezőgazdasági termelés nem állapíthatja meg előre a termelendő árunak mennyiségét (úgy mint az ipar), mert a termés mennyisége és minősége is az időjárás függvénye; ez okozza azokat a néha nagy ingadozásokat, melyeknek a mezőgazdasági cikkek évről-évre alá vannak vetve.

Amikor még nem az önellátás volt a jelszó, akkor ezeket az ingadozásokat kiegyenlítette a világtermés; mióta azonban a felesleg nem vihető ki, a hiány pedig importtal nem fedezhető, megint az *elraktározásra kell nagy gondot fordítani*. Probléma itt megint adódik sok. Először az elraktározáshoz szükséges *tárházak építése*, azután az elraktározandó árunak olyan alakba hozása, hogy elbírja a raktározást. Főleg a konzerváló eljárások hideg, meleg felhasználásával, szárítóiparok, félégyártmányok stb. jöhetnek tekintetbe. Úgy az elraktározást, mint a konzerválást valamilyen központ-

hói egységesen kellene irányítani, ami csak rendkívüli, esetleg kényszerintézkedésekkel volna keresztülvihető, illetve elképzelhető. Az USA „évet normál granary“ (mindig tele magtár) jelszóval 1937-ben elrendelte tartalékok gyűjtését a kedvező termelési években. Célja ennek egyrészt a gabonárak stabilizálása és ezzel a fogyasztók érdekeinek védelme váratlan élelmiszerdrágulás ellen, másrészt az agrártermelők megvédése váratlan árzuhanások ellen túlprodukciós évben. Hogy ezen új tartalékolási gazdálkodás mennyire fog beválni, azt a közeljövő fogja megmutatni.

Az istállótrágyakezelés elhanyagolása miatt nálunk Csonka-Magyarországban évi 20 ezer vágón szuperfoszfát, 41 ezer vágón Péti-só és 3 ezer vágón kálisónak megfelelő növényi tápanyag hiányzik. Ezért a földben rejlő érték állandóan csökken, illetve hozama mindig kevesebb lesz. Ha rá lehetne venni a gazdákat — kellő kioktatással — az istállótrágya helyesebb kezelésére, úgy ez a baj nagyrésztben javítható lenne. De miután a műtrágya használata nálunk még mindig csekély mértékben szokásos, úgyhogy ezzel nem lehet a mutatkozó óriási hiányokat pótolni, e téren is igen szükséges volna a szakemberek munkájának igénybevétele. A mezőgazdaságtól fogja a jövő a *technikai nyersanyagok* pótlását is várni; ezért mindig nagyobb szakértelmet megkövetelő munkára lesz szükség. Csak a tudományos kísérleti telepek, *laboratóriumok fejlesztése* hozhat e téren fejlődést, illetve a mindenkori helyzetnek megfelelő irányítást. Az ország védelme szempontjából is, a hadsereg részére, mindinkább olyan gazdasági szervezetre lesz szükség, melyen keresztül az állam rendelkezhetik a termelt javakkal.

### *Klíma és biológia.*

Köztudomású az időjárás nagy befolyása emberre, állatra, növényre és igen érdekes probléma volna a klíma és biológia közötti összefüggés tanulmányozása. Az emberiség elterjedése a földön, a lakosság munkakedve, munkaképessége, táplálkozásának módja (italok), az erre vonatkozó vallási előírások, a nép karaktere, erkölcsse, mind összefüggnek a klímával. A? állatok és növények elterjedése, növekedésük gyorsasága, fejlődésük mi-kéntje stb., mind nagyjelentőségű probléma.

Budapest, 1937. november hó.

# A MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYTERMESZTÉS

ÍRTA  
SURÁNYI JÁNOS

FÖLDMÍVELÉS kétségtelenül olyan emberi tevékenység, ami elé a természet erői talán a legerősebb, a legnehezebben áthágható akadályokat emelik. Könnyen megérthetővé válik ez azáltal is, ha a maradandó érvényűnek tartható, módosított minimum-törvényre gondolunk, a *termesztési tényezők hatástörvényére*, amely szerint a termés nemcsak a növényi tápláló-anyagoktól, hanem az összes termesztési tényezőktől (a talaj összetétele, megműveltsége, szerkezete, nedvesség, meleg, napfény, a csapadék eloszlottsága, termesztési eljárások stb.) függ. Az időjárás és ennek sokféle vonatkozása, a melegen kívül legfőképpen a növényi és a talajéletre annyira nélkülözhetetlen víznek, nedvességnek szabályozása elenyésző kivételektől (öntözés) eltekintve még mindig kívül áll az ember hatalmán; ennek niánya vagy túlságos bősége ellen túlnyomó részben csak közvetett úton-módon küzdhet az ember, a legmesszebbmenő alkalmazkodással, mint ahogy a növénytermesztés lényege is tulajdonképpen nem más, mint a viszonyok hozzáidomítása a termesztett növények igen változó igényeihez.

Világos, hogy ebben az alkalmazkodásban a földrajzi fekvésnek, de a talajviszonyoknak is egészen elsőrendű a szerepük és befolyásuk, így azok az eszközök sem lehetnek egyformák, amelyekkel a különböző országok ezt az alkalmazkodást a lehető leghatásosabb módon biztosíthatják. Egészen más rendszer szerint épülhet fel egy *humid* éghajlattal, egyenletesebb csapadékviszonyokkal rendelkező ország növénytermesztése, mint egy olyané, amelynek a hosszabb-rövidebb ideig tartó szárazsággal és ennek feltétlen terméskorlátozó hatásával kell állandóan számolnia, megküzdenie. Így az *arid* és *szemiarid* éghajlatú országok a növénytermesztés modern irány-

elveiből jóformán csak annyit érvényesíthetnek, mint amennyi belefér tevékenységük fő munkaterületébe, a szárazság elleni küzdelembe. Ha tehát a növénytermesztés újabb törekvéseiről beszélünk, hazai viszonyainkra való tekintettel figyelmünket sohasem fordíthatjuk el attól a kérdéstől, vannak-e ezek segítségünkre és milyen mértékben a szárazság elleni küzdelemben.

A földművelés új eszméinek tárgyalása során elsősorban azokkal a törekvésekkel kell foglalkoznunk, amelyek a száraz viszonyok között folytatott gazdálkodás *talajművelésében* merültek fel. Ezeknek az újabb eszméknek bevallott, vagy be nem vallott célja végeredményben az eke háttérbeszorítása, ha nem is teljes kiküszöbölése a talajművelésből, munkájának szökébb térre való korlátozása.

Ezek a törekvések régebben főként az amerikai *Campbell* és a francia *Jean* által egészen különlegesen száraz viszonyok között elért eredményeken alapultak, újabban pedig azon a kétségbevonhatatlan valóságon, hogy száraz viszonyok között a talaj túlságos megbolygatása, de főként fordítása árt a talaj mikroorganizmusainak és hosszabb-rövidebb időre megakasztja a beérési folyamatokat, melyeknek előidézése pedig minden talajművelés végső és legfőbb célja.

Ahol nem lehet öntözni, ott a természetadta csapadékot lehetőleg hiánytalanul fel kell fogni és megőrizni, azonkívül, hogy a jól megválasztott növények fejlődésének meggyorsításával képessé kell azokat tenni a talajnedvesség lehető legjobb kihasználására. Kérdés, hogy ezt a célt mennyire érhetjük el az eke, illetve a szántás mellőzésével, és hogy valóban igaz-e, hogy a szántás végzetesen káros hatású a talaj életre?

A legáltalánosabb felfogás erről ma a következő: Nem csak azt kell nézni, hogy a talajmunka a talajbaktériumok helyzetét és környezetét megváltoztatja-e vagy nem, hanem azt is, vajjon számukra kedvező életviszonyokat teremt-e. Ennek ugyanis igen sokszor alapvető feltétele a talaj jobb szellőzöttsége. Kétségtelen továbbá, hogy minél sekélyebb a fordító-keverő talajművelés, annál sekélyebb lesz a televénnyel gazdagodó felső talajréteg is. Már pedig a talaj televénytartalma megint elsőrendű tényezője a mikroflóra díszlésének. Mindezekon kívül vannak esetek, amikor nem is nélkülözhetjük egyáltalán az ekét; így pl. nagyobb tarlómaradványok lefordításánál, a nagyon kigazlott földek megtisztításánál, feltöréseknél, az istállótrágya és

a zöldtrágya aláforgatásánál. Éppen száraz viszonyok között semmiképen sem mellőzhető a szántás az őszi mélyművelésnél, különösen kötött és meszes talajokon. E nélkül morzsalékos talaj szerkezet nem alakítható ki és fenn nem tartható. Minél mélyebb az ősszel megszántott réteg, annál nagyobb a talajnak az őszi és a téli csapadékot felfogó és elraktározó képessége, annál jobb, intenzívebb lesz a fagyási beérettség. Ha aránylag nem is vastag a megművelt földréteg ahhoz képest, melyet a növények gyökérzetükkel behálóznak, mégis kétségtelen, hogy a műveleti talajréteg összekeverésével és az alsóbb réteg felfordításával az elmállási és feltáródási folyamatok előmozdításával és gyorsításával mindig újabb és újabb táplálóanyagokat mozgósítunk a növények számára.

Az e kérdés körül lezajlott vitáknak mindenesetre megvolt az a hasznuk, hogy teljesen tisztázódtak a *száraz viszonyok között követendő, különösen a nyári talajművelés vezérelve*, amelyek a következő mondatokba foglalhatók össze: Száraz időjárásban nyáron a sekélyebb és röögöket nem adó művelés általánosságban sokkal jobb a mélyebb megmunkálásnál akkor, ha az utóbbi nagyobb röögképződéssel jár. Ha a talaj állapota nem engedi meg, kerülni kell a szántást, tárcsázással vagy más porhanyítással pótolva. Nem szántunk akkor, ha a talaj túlságosan száraz, vagy pedig a kelleténél nedvesebb, hanem csakis akkor, ha omlós szántást ad (csak homokot lehet nedvesen vagy szárazon szántani: kötött talajon csak őszi szántásnál lehet elnézni a hantokat). Ha a nyári szántás röögös lett, a röögök azonnal elmulkálандók hatásos röegtörő eszközökkel. Minden, nem különösen röögös szántás az eke nyomában azonnal elfogasolandó. Az egyes szántások vagy egyéb talajműveletek között a földet fogással, esetleg gyomirtó fésűvel kell megjárítani, de csak akkor, ha az eső összeiszapolta a felületét, vagy pedig a gyom kezd erőre kapni. (A vékony kéreg nem baj, alatta kitűnően beérhetik a föld.) A talaj elaprózásával nem szabad túlságba menni, mert a föld a nagy nyári záporokra nagyon megtömődhetik, összeállhat. őszi gabonáknak nem is felel meg a nagyon apróra, kertszerűen előkészített föld. Mindezek összefüggésben vannak a hengerezés hatásáról vallott régebbi nézetek gyökeres megváltozásával. Ma már nem tartunk attól, hogy a henger kiszárítja a talajt (a meghengerezett talaj nagyobb nyirkossága a talajnedvesség kisebb térfogatra-szorításától származik a legfelső rétegben), sőt a hengerezetlen, röögös talaj szárad csak ki igazán, mert a tág talajüregekbe besüt a nap, behatol a szárító szél. Nemcsak a talaj felszínén heverő

hantok száradnak ki teljesen, hanem többé-kevésbé az alattuk fekvő nyirkos föld is. Éppen száraz viszonyok között van tehát fokozott jelentősége a henger (vagy különleges esetekben a tömörítő) alkalmazásának, általában a talaj tömörítésének, szemben a régebbi nézetekkel.

Végeredményben mindezek besűríthetők a talajművelésnek abba az alapvető és nem is valami új szabályába, hogy *minél csapadékosabb az éghajlat, annál nagyobb lehet a talajmunkák gyakorisága és intenzitása, száraz viszonyok között viszont kerülni kell a talaj gyakori és túlságos bolygatását*. A talajmunkák technikai végrehajtása körül pedig azt a változást idézték elő ezek a megfontolások, hogy a nyári talajművelésben mind gyakoribb szerephez jut a *tárca*, a *fogas* és a különböző porhanyítók az eke rovására.

\*

A *növénytaplálkozás és a trágyázás* terén végzett legújabb kutatásokból és tapasztalatokból mind nagyobb jelentősége tűnik ki a talaj szerves alkotórészének, a televényképző anyagoknak, magának a televénynek és a talaj apró szervezeteinek, amelyek az időjárás befolyásokon kívül biztosítják, hogy a talajt élő, állandóan változó, dinamikus anyagnak tekinthessük. Ezt a változást pedig az ember érdekeinek kedvező irányban természetesen befolyásolni igyekszik.

Az újabb időkben a talajélettan a talajkémia mellé sorakozott annak felismerésével, hogy a talajtermékenység kialakításában mind a televénynek, mind pedig a talaj apró szervezeteinek legalább is akkora a fontosságuk, mint az ásványi eredetű növényi táplálóanyagoknak. Annak a legkedvezőbb fizikai, kémiai és biológiai állapotnak előidézésénél, amelyet talaj érettségnek nevezünk, a szerves anyagok teljességgel nélkülözhetetlenek.

A szerves anyagok kémiai, fizikai és biológiai hatása az egész vonalon összeölelkezik és egymástól szigorúan el nem választható, hiszen a televény nemcsak táplálóanyag-forrása a növénynek főként nitrogénben, hanem táplálóanyaga a talaj mikroorganizmusainak is, e mellett a talaj szerkezetét a legkedvezőbben befolyásolja, a laza talajt megköti, a túlságosan kötöttet fellazítja, a morzsalékos szerkezet kialakulását elősegíti, de fokozza a talajnak a táplálóanyagokat és vizet lekötő képességét is. Viszont a mikroorganizmusok tevékenysége nélkül nem mehet végbe az a kémiai-biológiai folyamat, aminek következménye a szerves anyagok átalakulása humusszá, azaz televénnyé. Az asszimilációs folyamatok megismerése által megdőntött az



a régi nézet, amely szerint a növény szerves anyagait a televényből építené fel, oda módosult tehát, hogy a talaj termékenység kialakításánál a szerves; anyagoknak végtelenül fontos a szerepük, amit csak növel az a körülmény, hogy a szárazság is annál kevésbé okozhat károkat, minél gazdagabb a talaj egy bizonyos határig szerves alkotórészekben. Ezekkel ugyanis a talajok vízgazdálkodását is a legtermészetesebben szabályozhatjuk a kedvezőbb talajszerkezet előállítására és a leköthetőség fokozása révén.

Érthető ilyenformán, hogy a modern növénytermesztésben mindig nagyobb figyelem fordul a háromféle: kémiai, fizikai és biológiai hatást biztosító szerves *trágyák* felé, amelyek előállítását az anyagoknak a mezőgazdálkodás keretében lezajló körforgalma teszi lehetővé.

A szerves trágyák legtöbbször volt és marad is kétségtelenül az *istállótrágya*; a legnagyobb gazdaérdek fűződik tehát ennek legokosabb felhasználásához, a televényképző anyag és a legértékesebb növényi táplálóanyag, a nitrogén átalakulásának szabályozásához, mennyiségének lehető megőrzéséhez, veszteségektől való megóvásához.

Az istállótrágya kezelésének és felhasználásának a mezőgazdálkodásban különben mindig a felszínen mozgó kérdése napjainkban megújodását éli; a legkedvezőbb megoldásokra irányuló törekvések legfrissebb hajtásaként jelentkezik a szakaszos trágyakezelés, melynek két változata ismeretes általában: a forróerjesztésű, úgynevezett nemestrágya-készítés és az ettől csak egy mozzanatban különböző, úgynevezett hideg erjesztés.

A legalapvetőbb különbségük ezeknek a modern trágyakezelési eljárásoknak a régebbi, lapos teregetéses rendszertől az, hogy a trágyát a napi termelésnek megfelelő kisebb tömbökben kezelik és halmozzák fel, ezeket egymás mellé rakva, amely alakban a trágya kisebb felülete már magában is sokkal több lehetőséget nyújt a szerves anyagot pusztító oxidációs folyamatok csökkentésére, a nitrogénvesztés elkerülésére és a trágya kilúgzására vagy kiszáraitására. A meleg erjesztés a hidegtől abban különbözik, hogy az előbbinél a trágyatömbben addig marad lazán a trágya, amíg hőmérséklete 60—65 C-fokot el nem ér, ami néhány nap alatt bekövetkezik. A trágya e nagy hőmérséklete csak lassan, fokozatosan csökken a felmelegedést követő letiprás után. A felmelegedés hatására a hőt nem tűrő mikroorganizmusok elpusztulnak, közöttük a nitrifikáló és denitrifikáló baktériumok is, tehát az ezek által okozott nitrogénvesztés elesik, de a felmelegedett trágyatömbben lefolyó úgynevezett ammóniás erjedés a trágya

humifikálódását és feltáródását is előmozdítja. A hideg erjesztéssel dolgozó gazda ezzel szemben nem várja be a trágyatömb felmelegedését, hanem azt azonnal letipratja, tömöríti, vagyis csak a levegőt, illetve az oxigén elvonását választja eszközül a trágya nitrogénvegyületeit és szerves anyagait bomlasztó mikroorganizmusok ellen, híven ahhoz a régi trágyakezelési szabályhoz, amely szintén a levegő minél tökéletesebb kiszorítását célozta a trágyából nedvesen-tartás és tipratás segítségével.

A legújabb kutatások és e rendszerek körül támadt széleskörű vitából arra lehet következtetni, hogy mindkettővel egyformán nagyon jól el lehet érni az istállótrágya okszerű kezelését olyan értelemben, hogy a megfogyatkozás szerves anyagokban, illetve a trágya tömegében nem haladja meg a 30%-ot, nitrogénben pedig kb. a 20%-ot, aminél tovább mai ismereteink alapján alig mehetünk.

A szerves trágyák mindig fokozódó megbecsülése felébresztette azt a törekvést is, hogy minden rendelkezésre álló eszközzel szaporítsuk azokat a trágyaféléket, amelyekkel szerves anyagokat juttathatunk a talajba. Ez a törekvés különben már régebben is megvolt, hiszen az alomanyaggal és más, trágyának nem egykönnyen feldolgozható szalmafélékkel bőven rendelkező gazdaságok igyekeztek ezekből az anyagokból minél többet trágyává átalakítani, amire kiváló lehetőséget nyújtottak a nyílt karámok és a fedett akiok. Ezekben, ha nem nagyon erőltetett az almozás, és így nem túlságosan tág a szén és a nitrogén aránya, vagy pedig ellenkezően nem hiányos az almozás, kiválóan jó trágyát lehet nyerni, mert a szilárd és a híg ürülék egyenletesen keveredik az alommal, az állatok folytonos tiprása pedig az oxidációt jóformán teljesen meggátolja.

Üjabb módot nyújt a szerves trágyázás kibővítésére a *szalmatrágya*, mégpedig mindkét alakjában, erjesztve és nyersen. Az *erjesztett szalmatrágya*, vagy más néven: *mesterséges istállótrágya* az istállótrágyához hasonló olyan szerves anyag, amelyet leginkább őszi kalászosok szalmájából vízzel, esetleg trágyalével vagy műtrágyával való keveréssel, továbbá erjesztéssel, érleléssel állíthatunk elő. Az ilyen erjesztett szalmatrágya készítésére a már mondottak értelmében is főként ott nyílik alkalom, ahol a kisirányú vagy csökkent állattartás következtében nagy a szalmafelesleg, amelynek visszatartása a gazdaság üzemében a talajerő érdekében kívánatos és szükséges.

Lényege az erjesztett szalmatrágya készítésének az, hogy szalmát fokozatos rétegezéssel kb. súlya háromszorosának megfelelő vízzel vagy pedig

trágyalével nedvesítünk folytonos tipratás közben, előbbi esetben a trágya minőségének fokozása és az erjedés előmozdítása végett is megfelelő mennyiségű nitrogén-műtrágyát (esetleg foszforsav-műtrágyát is) adva hozzá, legalább nagyjában alkalmazkodva ahhoz a körülményhez, hogy 100 kg nyers szalma elerjesztéséhez 0.70 kg nitrogén szükséges, de meg ahhoz a célhoz is, hogy olyan trágyát akarunk nyerni, amely a jó minőségű istállótrágya összetételét és így hatását is lehetően eléri.

A trágyázás nyers *szalmával* a szerves trágyázásnak főként a Duna—Tisza közén kialakult újabb és különleges módja. Nyers szalmatrágyáról akkor beszélünk, mikor szalmát minden előkészítés nélkül hordunk ki a földre és ott alászántjuk műtrágyázás kíséretében. A nyers szalmatrágyával együtt adott, rendesen teljes, tehát nitrogén-, foszforsav- és káliumműtrágyának rendeltetése itt szintén a szalmatrágya hatásának kiegészítése, másrészt a szalma felbomlásának elősegítése és ezzel kapcsolatban a káros szénhidrát-hatás csökkentése. A nyers szalma ilyen felhasználása trágyaként kétségtelenül igen sokat lendített a duna-tiszaközi homokok kultúráján a legutolsó másfél évtizedben.

Egyáltalán nem új dolog a *zöldtrágyázás*, mint a szerves trágyázásnak igen hatásos és bizonyos viszonyok között alig is elkerülhető módja, így a takarmánytermesztés nehézségeivel küzdő és ezért kevés istállótrágyával rendelkező homoki gazdaságokban, de kötöttebb talajú gazdaságokban is mindenütt, ahol átmeneti vagy állandó istállótrágyahiánnyal kell számolni, a talajviszonyok, a talaj termőképességének fokozása pedig megköveteli első-sorban a televénytartalom szaporítását.

Újabb mozzanatként a hazai zöldtrágyázásban kialakultak azok az eljárások, mélyekkel a szerves trágyázásnak ez az egyébként nem olcsó módja a leggazdaságosabban és a viszonyokhoz legjobban alkalmazkodóan végrehajtható. Megismertük azokat a növényeket is, amelyek alkalomszerű kivételektől eltekintve a legkiválóbb zöldtrágyanövényeknek tarthatók, mert hiszen végeredményben televényszaporításra minden növény, a talaj nitrogéngazdagítására pedig jóformán minden pillangósvirágú hüvelyes növény alkalmas. Ezekkel a gazdaság tulajdonképpen levegőből való nitrogén-gyártást végez, saját üzemben, a gyökérlakó baktériumok (*Bacterium radicicola*) segítségével. így vált a tiszántúli, a nyírségi, mészben szegény homokok fő zöldtrágyanövényévé a csillagfürt, mégpedig újabban a fehér mellett a sárga is. a duna-tiszaközi és más meszes homokokon a fehér somkóró.

mégpedig inkább a kétéves, mint az egynyári változat, a kötöttebb talajokon, csapadékosabb viszonyok között a lóbab, szárazabb viszonyok között pedig a nagytömegű szerves anyagot megtermő, de nem nitrogényűjtő napraforgó. Ezek a legértékesebb zöldtrágyanövények hazai viszonyaink között, részben — a napraforgón kívül — nagy nitrogényűjtő képességük, tömeges termésük, részben pedig változó természetességük miatt. Így mindhárom 'pillangósvirágú hüvelyes növény alkalmas nemcsak főnövényként való termesztésre, hanem tarlóvetésre is, ami igen lényeges körülmény a gazdaságosság nézőpontjából; a somkóró ezen felül sarjadzóképességének kihasználásával különösen jól képes beilleszkedni a különböző üzemi viszonyok közé.

\*

A mezőgazdasági növénytermesztés alkalmazkodási törekvéseinek nagyon érdekes újabb példája a *jarovizáció* és *vernalizáció* név alatt ismert eljárás; ez arra irányul, hogy a magvakban olyan reprodukciós belső változásokat idézzünk elő, mely a tenyészidő megrövidülését vonja maga után. Mindkét elnevezés tulajdonképpen tavasziasítást jelent, ami éppen ezért nem fedi megfelelően ennek az eljárásnak célját és lényegét még akkor sem, ha az orosz *Lyssenko-i* eljárásra gondolunk, amely nem célzott mást, mint legfőképpen a tavaszi búza tény észidejének megrövidítését. Már pedig ugyanide tartozik az a törekvés is, hogy az őszi búza magját a megindított, mozgósított és megfékezett belső változásokkal, életfolyamatokkal tavaszi vetésre is alkalmassá tegyék. Világos, hogy a *tavasziasítás* elnevezés inkább illik az utóbbi eljárásra, mint arra, amely pl. a tavaszi búza tenyészidejét igyekszik megrövidíteni. Ennek helyesebben talán a *serkentés* nevet lehetne adni (nem tévesztendő össze a szintén „serkentés“ néven ismert stimulációval!).

Lényege pedig ezeknek az eljárásoknak az, hogy a magvakat nedvesítés után megfagyasztják, majd a fagyponthoz felett néhány foknyi hőmérsékleten megszikkasztják, kiszáritják. Ezzel alapjában véve nem történik más, mint a természetben lezajló hőmérsékleti változásoknak és az ezekkel összefüggő életfolyamatoknak megrövidítése.

Ami pedig a kérdés gyakorlatiasságát illeti, az eddig csak e kérdést kiváltó okokra mondható el, de nem az eljárás alkalmazására, mely meglehetősen körülményes, mert mind a nedvesítésnél, mind a fagyasztás! és szikkasztás! hőfok betartásánál nagy óvatosságot és pontosságot kíván meg. Pl. a tavaszi búza tenyészidejének megrövidítése mindenképpen megokolt

törekvés, hiszen a tavaszi búzáknak későbbi, a nyári szárazságba benyúló érése a fő oka annak, hogy szárazságra hajló viszonyok között, ahol az őszi búzák éghajlati gátlások nélkül természetűek, a tavaszi búza termesztése elenyésző arányú. Gyakran előfordul továbbá, hogy a kedvezőtlen időjárás miatt nem lehet az őszi búzát mind elvetni, ennek pótlására pedig nincs elegendő vetőmag tavaszi búzából. Ilyen körülmények között található jó alkalmazásra a tavasziasítás, ha nem állná útját a végrehajtás nehézsége, ami egyéb hasznos eljárások (pl. a melegvizes csávázás) általánossá-válását is meggátolja a mezőgazdasági életben. Az őszi búza vetőmagjának ilyen, a tavaszi vetésre való alkalmasságot célzó kezelésére van különben egy régebben kidolgozott, egyszerűbb magyar eljárás is (*Legány Ödön*), amellyel megfelelő viszonyok között (nagyon korai vetés!) sikert lehet elérni.

Egészen új megvilágításba helyezték a gazdasági növények természetességét különböző viszonyok között a *Merkenschlager* és *Klinkowski* nevéhez fűződő, a növény reakcióképességét a külvilággal szemben megszabó, öröklött és szerzett tulajdonságok összességét jelentő *konstitúcióra*, *alkatra* vonatkozó tanulmányok.

Ezek értelme és jelentősége kitűnhetik az alábbi három példából, amelyek azért tarthatnak számot érdeklődésünkre, mert a kiválasztott három növény alkata olyan különleges, hogy éppen emiatt a mi éghajlati viszonyaink között többé-kevésbé kockázatos a termesztésük, és ezért termésükben nagyok lehetnek az ingadozások.

Nézzük elsőként a *burgonyát* (*Solanum tuberosum*), melynek termesztése hazánk mező- és közgazdaságára ugyancsak nagy jelentőségű, hiszen termesztett kultúrnövényeink között most a hatodik helyet foglalja el az ország szántóföld-területének 5%-ával. A burgonyát különleges alkata a ködöt, a harmatot és az árnyékot kedvelő növények közé utalja (nefelofil, drosofil és ombrofil). Életképességének lerontására ennél fogva 3 tényező hat legjobban: a száraz levegő, a nagy hőmérséklet és az erős napsütés. Az időjárás károsító hatása nála egyenes arányban nő a nap hosszúságával és a napsugárzás erősségével. Érdekes ezzel szemben, hogy a burgonya egyike a homokot legjobban tűrő és kedvelő növényeknek, és meglehetősen érzéketlen a talajszárazság iránt, de csak akkor, ha ezt a neki kedvező légköri viszonyok ellensúlyozzák, tehát a harmat, a köd, a nedves levegő és a

kis hőmérséklet. A homokbíró képesség azonnal veszélybe kerül, mihelyt ezek, a burgonya életképességét kedvezően szabályozó időjárási tényezők hiányoznak. A burgonya-termesztés sikeressége ennél fogva a bioklimatikus hatásokkal igen szoros kapcsolatban van. Különleges alkata a burgonyát mindenképpen inkább a humid éghajlat alá utalja, és ezért az északibb fekvések jobban megfelelnek neki, mint a déliek. (Ellentétként gondolhatunk pl. a szőlőre.) Vannak burgonyák, melyeknek a nedves éghajlatot kívánó szervezete különösen erősen kifejezett és megszilárdult. Ilyen pl. a „Magnum bonum“ fajta, mely valamikor nagy szerepet játszott burgonyatermesztésünkben; életképességét azonban teljesen elvesztette, de nemcsak nálunk, hanem Németországban is. Ezzel szemben a skandináv államokban még most is igen kedvelt fajta, de Európa nyugati államainak tengerparti vidékein is. Minél szárazabb tehát az időjárás, melynek velejárói a szárító szelek, a harmathány, a hosszú nappalok és az erős napsütés, a burgonya életképessége annál jobban csökken és válik áldozatává amúgy is nagyszámú betegségeinek. Sajnos, az ilyen időjárási viszonyok nagyon gyakoriak nálunk, és ez az oka annak, hogy az országnak hol az egyik, hol a másik részében igen gyengén sikerül a burgonyatermés, sokszor annyira, hogy a termesztés folytatásához a gazdaságoknak vetőgumót kell beszerezniük. A termesztési eljárások már most annyiban képesek ezeket a tudományos megállapításokat hasznukra fordítani, hogy igyekeznek olyan mikroklimatikus befolyásokat érvényre juttatni, amelyek kedvezhetnek a burgonya különleges alkatának. Csakis mikroklimatikus hatásoknak tulajdonítható pl. az, hogy mélyebb fekvésű táblákon, vagy a táblák egyes, mélyebb fekvésű részein, kukorica között, folyók és fasorok mentén sokszor meglepően jól sikerül a burgonya akkor, mikor másutt jóformán alig van valami termés. Amennyire lehetséges tehát, nem termesztünk burgonyát erősen széljárásos, védtelen vagy déli fekvésekben.

Igen hasonló a burgonyához a *szeradella* (*Ornithopus sativus*) alkata, amely szintén magyarázatot ad arra, miért csak egészen szórványos hazánkban ennek a nem puffasztó, ízletes, a németországi homoki gazdák által nagyon kedvelt pillangósvirágú takarmánynövénynek termesztése. A *szeradella* is, mint a Földközi-tenger mellékének szülötte, a párás tengerparti éghajlathoz idomult. Éppen úgy köd- és harmatkedvelő, mint a burgonya. Mégél az egészen száraz homoktalajokon is, de csak akkor, ha élete legnagyobb részében nincs hiány csapadékban és harmatban. A *szeradella* sem

a nagyon meleg, sem a hirtelen változásokkal járó kontinentális éghajlatot nem bírja. Száraz viszonyok között kiütközik továbbá az a sajátsága is, hogy a talaj mésztartalmát nem tűri, míg elegendő csapadék esetén meglehetősen sok meszet tartalmazó talajban is jól megél. Ez különben más, a mész iránt érzékeny növényeknél is tapasztalható, pl. a csillagfűrnél. Az időjárás csapadékossága erősen mérsékli ezeknek a növényeknek érzékenységét a mész iránt, és éppen emiatt nagyon nehéz a mésztűrőképességet pontosan, minden körülmények között érvényes számszerűséggel megállapítani.

Példánk harmadika a *szójáról* (Sója hispida) szólhat. E növény természetének is már 60 éves múltja van hazánkban, mégsem bírt nálunk igazán meghonosodni és kedveltté válni. Alapvető oka ennek közgazdasági okokon kívül szintén e növény különleges alkata. A szója ugyanis a keletázsiai monszunklima szülötte, tehát a mi viszonyainktól egészen eltérő növényi alkat. Mandzsúria és Kína nagy részének időjárása télen kontinentális, azaz hideg és száraz, nyáron pedig atlantikus, meleg, csapadékos, párás. Tenyésztének csúcán a szója párás légkört kíván maga körül, különösen érzékeny pedig a száraz szelekre. A szója tehát mintegy belenő a monszunnedvességbe. Hazája boreális (északi, hideg) éghajlatának megfelelően fiatal korában nem nagyon érzékeny a fagy iránt, ezért elég korán vethető, nyáron azonban párás levegőt kíván, amit csak humid, csapadékos éghajlat alatt találhat meg. Európában mégis inkább a szárazabb éghajlatú országokban találkozunk a szója termesztésével; ennek az a magyarázata, hogy a termofilia, a hőszeretet tartja vissza a szóját Európa humid országaitól, részeitől, mert itt kapna elég nedvességet, de nem kapna elegendő meleget. Utóbbi inkább Európa szárazabb vidékein találja meg, ezért olyan rendkívül ingadozó a termése az időjárás, elsősorban a csapadék elosztottsága és a levegő párateltsége szerint. Ezekből szintén arra a következtetésre juthatunk, hogy hidegebb fekvésben a szója termesztésére védett, melegebb, naposabb helyeket kell keresni, szárazabb vidékeken pedig olyan helyeket, melyeken a szárazságot ellensúlyozó mikroklimatikus hatások érvényesülhetnek. Ezért sikerül nálunk aránylag legjobban a szója a harmatos, párás folyó völgyekben, az üdebb fekvésű, jó erőben lévő talajokon. Ilyen körülmények között nem egészen ritkák a 20 q-t elérő vagy megközelítő megtérülések is egy kát. holdon, míg másutt és különösen száraz éveken, mikor a szója tenyészidejének derekán, a virágzás és a hüvelyképződés idején, júliusban és augusztusban szárazság, sőt aszály uralkodik, vagy pedig van ugyan

elegendő csapadék, de az időjárás hűvös, az említett  $\frac{1}{4}$  részének sem felel meg a termés.

Míg a növénytermesztés lényege nem más, mint folytonos és állandó alkalmazkodás a növény igényeihez, a *nemesítés* ennek a fordítottja. Nemesítéssel arra törekszünk, hogy magát a növényt idomítsuk a különböző viszonyoknak és kívánalmaknak megfelelően, az értékes tulajdonságokat kifejelesztve, az értékteleneket vagy hátrányosakat pedig a lehetőség szerint elnyomva. A növénynemesítés egyik újabb és nagy sikerének könyvelhető el az ú. n. „édes“ *csillagfürt* előállítás. A csillagfürt (*Lupinus*), a mézben szegény homoktalajoknak ez az igen értékes pillangósvirágú növénye, eddig legfőképpen csak zöldtrágya-növénynek volt termesztendő, mert magjában és egyéb részeiben is meglehetősen nagy mennyiségben tartalmaz „lupinin“ név alatt összefoglalt, keserű és mérgező hatású alkaloidákat. Ezt csak körülményes kilúgzási eljárással lehet a magból annyira eltávolítani, hogy etethetővé váljék. Régóta kísértett az a törekvés, hogy a csillagfürtöt ezektől az alkaloidáktól megszabadítsák, és pedig azért, mert a csillagfürt magja a szója után fehérjében és zsírban leggazdagabb, tehát elsőrendű abraktakarmánynak kínálkozik. Kb. 12 éves a múltja a Münchenbergben megkezdett és most is folyó újabb, igen hatalmas, erre irányuló munkának, amelynek eredményeképpen Baur-nak és *Sengbusch-nak* sikerült sok millió növénynek különleges, gyors eljárásokkal végzett megvizsgálása révén a csillagfürt mindhárom termesztett fajából, a sárga, a kék és végül a fehér csillagfürtből (*L. luteus*, *angustifolius*, *albus*) oly törzseket kitenyészteni, amelyekben a lupinin olyan kevés, hogy sem keserűvé nem teszi a takarmányt, sem mérgezést nem okoz. Az ú. n. „édes“ csillagfürt (a *Süss-lupine* szabadalmazott név) kb. 10—12-szer kevesebb lupinint tartalmaz, mint a közönséges vagy keserű csillagfürt. Az ú. n. „édes“ csillagfürttel tehát igen értékes taggal szaporodtak a fehérjében gazdag takarmányok, de különösen azok, amelyek alkalmasak a mézben szegény és túlnyomóan gyenge termőképességű homokokon való termesztésre.

A csillagfürt osztályos társa a homoktalajok kultúrájában a *fehér somkóró* (*Melilotus albus*), mégis ellenlábasa annyiban, hogy a somkóró inkább a meszes homoktalajok növénye. Ilyeneken legelsőrangú zöldtrágyanövény, amint erről az előzőekben már volt szó; de kívánatos lenne az is, hogy takarmányozásra szintén jól felhasználható legyen. Hasonlóan a csillagfürt



lupinin-tartalmához meglehetősen nagy akadálya ennek azonban a somkóró 1% körül mozgó kumarin-tartalma. Emiatt az állatok a somkórót nem szívesen, inkább csak kényszeredetten eszik, és ezért a somkóró növekvő kedveltségével párhuzamosan fokozódik az a kívánság, hogy kumarintól mentes vagy pedig lehetőleg kis kumarin-tartalmú somkóró állítsassék elő nemesítés útján. Az erre vonatkozó vizsgálatok és kísérletek folyamatban is vannak, és remélhető, hogy e munka jutalma a nehézség nélkül feltakarmányozható somkóró lesz, amivel hatalmas lépéssel jutna előre a fehérjetakarmányozás kérdése és a legtöbb gyenge minőségű talaj kultúrája, kihasználása. Ettől függetlenül máris elég sok módját sikerült kitalálni annak, hogy a somkórót az állatok szívesebben egyék. Ilyen eljárások pl. a következők: csakis a fiatal (bimbózás előtt lekaszált), semmi esetre sem elvényt somkóró etetése vagy legeltetése, rászoktatása az állatoknak kora tavasszal, mikor különösen éhesek a zöldtakarmányra, meglocsolás sós vízzel és megszecskezve keverés más takarmányokkal, barnaszéna-készítés (esetleg árpa- vagy zabszalmával), továbbá a besavanyítás és pedig hideg erjesztésé!. A legutóbbi módszer segítségével kétségtelenül a legízletesebb takarmány készíthető a somkóróból a leggazdaságosabban, különösen úgy, ha a somkóró őszi kaszálását kukoricaszárral együtt erjesztjük meg. E két takarmány minősége, táplálóanyag-tartalma ugyanis nagyon jól kiegészíti egymást, ilyen módon tehát fehérjében és szénhidrátokban egyaránt gazdag, jól meg-erjeszhető, tömeges és ízletes takarmányt nyerhetünk.

A *vad növények bevonása* a művelésbe és *idegen kultúrnövények meghonosítása* különös jelentőségű a szélsőséges éghajlati és talajviszonyokkal bíró országokban, mint aminő hazánk is, mert feltétlenül megkönnyíti a gazdálkodás alkalmazkodóképességét, ha minél több, a változó viszonyok közé beillő növényvel dolgozhatnak.

A legutóbbi két évtizedben a magyar mezőgazdaság 3 nagyon értékes növényvel gazdagodott. Mindhárom takarmánynövény, ami fejlett állattenyésztésünkre való tekintettel nem kis jelentőségű.

A 3 növény egyikéről, a *fehér somkóróról* az előzőekben már volt szó kétféle vonatkozásban is. Ezért az alábbiakban csak a másik két növényről emlékezünk meg röviden, a pannonbükkönyről és a szudáni fűről.

A *pannonbükköny* (*Vicia pannonica*) igen értékes, ősszel vethető bükkönyfaj. Nagy tömegű, ízletes szálatakarmányt ad, magot is bőven

terem, fagyállóképesége is kiváló. Igaz, hogy ezzel szemben homokra nem való, hanem csak a jobb minőségű kötöttebb talajokra, de hiszen homokon egy másik, szintén nagyon értékes őszi bükkönyfaj, a szöszbükköny termesztető. Mivel ennek ízletessége szöszsége miatt kevésbé jó, fagyállóképesége és magtermőképessége is gyengébb, határozott nyeresége a mezőgazdaságnak az, hogy sikerült ezt a növényt jobb talajokon más, értékesebb, de különben azonos hasznosítású növényel helyettesíteni.

A harmadik növény az *egynyári fenyércirok*, vagy *Szudánt fű* (*Sorghum vulgare* var. *sudenense*). Ez az egynyári növény, melynek kultúrába-vonása, meghonosítása az Amerikai Egyesült Államokban 1909-ben, hazánkban pedig régebbi szórványos próbálkozások után valójában csak 1925-ben kezdődött, nagy szárazságtűrésével és jó termőképességével tűnik ki. Zölden és szárazon minden állat szereti. Kedvező viszonyok között kétszer, esetleg háromszor is kaszálható, de vethető legelőnek is. Böven terem magot, amiből már-már jelentős kivitelünk is volt. (A hazai termésű szudáni fű mag nem fertőzött a melegebb országokban veszedelmesen gyomosító, taracos, évelő fenyércirok magjával.)

Legújabbán még néhány növény szántóföldi termesztésével folynak többé-kevésbé sikeres próbálkozások — pl. a tehénborsó (*Vigna sinensis*), a sáfrányszeklice (*Carthamus tinctorius*), a takarmánymályva (*Malva verticillata* és *M. crispa*) és egy cukorcirok- (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*) változat — ezek eredményéről azonban végleges ítéletet még nem lehet mondani.

\*

*A termesztés határainak kibővítése* régi törekvés, hiszen ennek következménye a művelési növények és ezek fajtáinak elterjedése a különböző világrészekben és országokban. Új mérföldköveket jelentenek ezen az úton a *búza*-, a *lucerna*- és a *kukoricatermesztés* határainak kitolása észak felé.

A kanadai *Marquis* búza és az ennél korábban érő *Garnet* és *Reward* búzák előállítását vetette meg az alapját annak a lehetőségnek, hogy Manitoba, Alberta és Saskatchewan hatalmas, régebben örökös pusztaságnak vélt területei helyet adtak a földművelésnek, hogy cséplőgép búghat ott, ahol a múlt században csak bölénycsordák legelésztek. Igaz, hogy az ú. n. *Manitobabúza* (csak származást jelentő név, nem fajtát!) versenye az európai búzák helyzetét a világpiacon szinte végzetesen megnehezítette, így a magyar búzáét is, viszont ezek a rövid tenyészidejű és kiváló minőségű lisztet adó kanadai búzák gyökeret vertek már másutt is, így az európai ter-

mesztésben is. A legújabb, egészen kiváló minőségű és már a világpiacon is keresett magyar nemesített búzák ezeknek a kanadaiaknak, főként a Marquis búzának a magyar búzával való keresztezéséből származnak, és így előállott az a különleges helyzet, hogy a kanadai támadást kanadai fegyverrel sikerült kivédeni. Különben ugyanezt teszik az oroszok is, akik ezekkel az igen gyorsan fejlődő kanadai búzákkal terjesztik ki búzatermesztésüket európai Oroszország északi vidékeire és Szibériában.

A *lucerna*, e rendkívül értékes, sőt talán legértékesebb pillangósvirágú takarmánynövényünk termesztésének határait az a megismerés tette kitolhatóvá északra, hogy a közönséges vagy kék lucerna (*Medicago sativa*) és a sárga virágú, sarlós vagy svéd lucerna (*M. falcata*) természetes korcsa (*M. média* v. *varia*) sokkal edzettebb, igénytelenebb, fagyállóbb növény, amelynek termőképessége — különösen kedvezőtlenebb viszonyok között — nem marad a kék lucernáé mögött. Ez a többféle (homoki, Grimm, újabban tarka stb.) néven emlegetett bastard-lucerna hódít mindinkább az európai északi államokban, az Amerikai Egyesült Államok északi államaiban, sőt legújabban Kanadának olyan vidékeire is, ahol régebben mesterséges takarmánytermesztésre nem is mertek gondolni.

A *kukorica* termesztésének meghonosítását főként a gazdasági elzárkózás, az önellátási törekvések okozzák olyan vidékeken, amelyek a kukorica-termesztésből még egy évtizeddel ezelőtt is jóformán teljesen ki voltak kapcsolva. Európában legfejlettebb a kukorica termesztése Magyarországon, és nekünk vannak is olyan fajtáink, amelyek gyors fejlődésük és korai érésük miatt északibb országokban is sikerrel lennének termesztetők. Ezekhez hasonló fajták előállításával különösen Németország tett legutóbb igen nagy erőfeszítéseket kukoricatermesztésének kiterjesztésére, szakítva azzal a régebbi nézettel, hogy a kukorica csak az ú. n. borklíma alatt termesztendő és csakis jóminőségű talajokon. Ennek a törekvésnek sikerességét jelezheti az a körülmény, hogy míg 1930-ban és az ezt megelőző években magkukoricát Németországban nem termesztettek nagyobb területen mint 2000 hektáron, azaz 3500 kát. holdon, addig 1938-ban a magkukorica termőterülete Németországban már elérte a 65.000 hektárt, azaz a 114.300 kát. holdat. Hat év alatt tehát a kukorica termőterülete ott közel 33-szorosra nőtt. Összehasonlításként megjegyezhető, hogy a Németországnál ötször kisebb trianoni Magyarország 17,5-szer nagyobb területen 1,150.000 hektáron, azaz 2 millió kát. holdon termesztett magkukoricát. Kétségtelen, azon-

bán, hogy a különleges természeti adottságok, főként a magtermő növények hőigényeit jobban kielégítő éghajlati viszonyok miatt Magyarország közgazdasági helyzetére a nyugatibb és északibb európai országok ilyen önellátási törekvései általában komoly veszélyt alig jelentenek.

\*

A világgazdasági helyzet alakulásai, a változó szükségletek a különféle mezőgazdasági terményekben gyakran tesznek bizonyos átszervezéseket szükségessé a szántóföldi növénytermesztésben. Hogy ennek lehetőségeire egy pillantást vessünk, nézzük, miként oszlott meg a legutolsó 10—10 év átlagában Nagy-Magyarország (Horvátország nélkül) és a trianoni csonkországi szántóterülete növények szerint:

|                           |                  |                  |
|---------------------------|------------------|------------------|
| <b>Búza</b> .....         | <b>25.0%</b> (1) | <b>28.3%</b> (1) |
| <b>Kukorica</b> .....     | <b>20.7%</b> (2) | <b>20.3%</b> (2) |
| <b>Zab</b> .....          | <b>9.4%</b> (3)  | <b>4.2%</b> (6)  |
| <b>Árpa</b> .....         | <b>9.3%</b> (4)  | <b>8.1%</b> (4)  |
| <b>Rozs</b> .....         | <b>8.2%</b> (5)  | <b>11.4%</b> (3) |
| <b>Burgonya</b> .....     | <b>5.0%</b> (6)  | <b>5.1%</b> (5)  |
| <b>Zabosbükköny</b> ..... | <b>3.4%</b> (7)  | <b>2.4%</b> (9)  |
| <b>Répa</b> .....         | <b>2.8%</b> (8)  | <b>3.2%</b> (8)  |
| <b>Vöröshere</b> .....    | <b>2.7%</b> (9)  | <b>2.2%</b> (10) |
| <b>Lucerna</b> .....      | <b>1.8%</b> (10) | <b>3.4%</b> (7)  |
|                           | <b>88.3%</b>     | <b>88.6%</b>     |

A feltüntetett adat csak a szemes (mag) kukoricára vonatkozik. A répaterről 50, illetve 30% esett a cukorrépára, 50 és 70% a takarmányrépára

Magyarország szántóföldjén kereken 60 növény osztozik; nem egészen 12% szántóterület esik, azaz esett tehát a többi 50 növényre. Már pedig igen nagy érdekek fűződnek mind az ipari, mind pedig a takarmánynövények nagyobb arányú termesztéséhez, ami azonban csak a termékek megfelelő fokozásával volna végrehajtható a legnagyobb területet elfoglaló 2 növény rovására. A belső fogyasztás ellátásának biztossága miatt ugyanis a búza-termő területet a mai viszonyok között 25% alá nem tanácsos csökkenteni, a kukorica termőterületét pedig szintén ugyanez az ok, meg a kisbirtokok szaporodása inkább növeli, semmint csökkentheti. Nem könnyen és főként nem gyorsan megoldható terméspolitikai kérdéssel áll tehát itt szemben az ország mezőgazdasága.

# AZ ÁLLATTENYÉSZTÉS

ÍRTA  
SCHANDL JÓZSEF

CÉLT UDATOSAN COIGCZÓ állattenyésztőnek munkája tulajdonképpen két részre tagozódik: egyrészt keresi azt az örökítő anyagot, melynek faktorai az állati szervezetben gazdasági szempontból értékes tulajdonságok megnyilatkozására adnak módot, másrészt iparkodik a felnevelés és hasznosítás idején ebből az örökítő-anyagból kisarjadzott szervezetet olyan külső tényezők hatása alatt tartani, amely hatások a szervek kívánt alaki és működési feltételeit a legjobban megközelítik.

Mikor tehát az állattenyésztő a tenyészállatok (csődör, kanca stb.) választásánál azoknak egyes testrészeit, arányait, szervezeti szilárdságát, vérmérsékletét, termelőképességét, nem utolsó sorban őseiknek értékmérő tulajdonságait, fajtatisztaságát stb. a tenyésztés színvonala arányában többkevesebb gondossággal vizsgálja, tulajdonképpen nem is maguknak a szóbanforgó egyedeknek megismerése az igazi célja, hanem a bennük rejlő örökítő-anyag (idioplazma, csíraplazma, gen-ek) felől óhajt minél alaposabb tájékozódást szerezni.

De a tenyésztő teljes sikerre, azaz gazdaságilag legértékesebb ivadéokra még abban a legszerencsésebb esetben sem számíthat, ha a kívánatos örökítő-anyagot magukban rejtő tenyészállatok birtokába jutott, mert hiszen a csíraplasma (örökítő-anyag) faktorai a legtöbb esetben nem autonóm, azaz nem mindenektől független hatótényezőknek mutatkoznak, hanem a tulajdonságok mérvét illetőleg legtöbbször csak bizonyos variációs kört jelölnek ki. Hogy az így kijelölt térben itt vagy ott valósulnak meg az egyes tulajdonságok (pl. futó-, tejtermelőképesség stb.), arra már részben a tenyésztő által felidézett külső tényezők (tréning, tápanyagok minősége, stb.) döntő befolyást gyakorolnak. Mert hiszen az öröklés folytán a szülőkből nem tulajdonságok vitetnek át a következő nemzedékre, hanem reakciónormák s így

az ivadékokban kialakult jellemvonások tulajdonképpen csak kiváltott „reakciói“ a csíraplazmának, illetőleg „szimptomái“ a csíra belső szerkezetének.

Az állattenyésztő e kettős munkájában ma már sokkal nagyobb cél-tudatossággal dolgozhat, mint pl. a múlt században. Különösen a legutóbbi emberöltőben lett közkinccsé a tudományos világnak nagyon sok olyan megállapítása, melyek a gyakorlati állattenyésztésben hasznosíthatók. A kémia, a fizika, az anatómia, a fiziológia, a bakteriológia, a biológia és még több más tudományág bűvárai nagy sikerrel foglalkoztak az állattenyésztés problémáival. Ezeknek a hatása alatt a gyakorlati gazdák munkája bizonyos tervszerűsége tehetett szert — szemben a múlttal, mikor bizony a tenyésztő legtöbb esetben csak a sors kedvező vagy kedvezőtlen játékát látta a tenyésztés eredményében és a benső összefüggések ismerete nélkül követte az apától örökölt tapasztalati megállapításokat.

Bőséges anyaggal igazolhatnék a tudományos munka értékét az állattenyésztés fejlesztésében. Köteteket kiadó tantételekkel bizonyíthatnók, hogy mennyire gyümölcsözők az egész kultúr világ számára az állattenyésztést szolgáló tudományos kutató intézetek és hogy milyen reményteljes munkára képesíti az egyént a magasabbfokú iskolázottság, mely nemcsak az okozatot ismerteti, hanem az okok terére s így az okok és okozatok összefüggésének világába is elvezeti. De e szerény tanulmány szűkebb keretére való tekintettel csak néhány témakört ragadok ki, melyek mint a legutóbbi évtizedek tudományos megállapításai — hitem szerint — meggyőzően igazolják az állattenyésztés gyakorlatában a tudományos munka nagy értékét.

\*

A múlt század állattenyésztőit az öröklés terén még csak az a kérdés foglalkoztatta, hogy bizonyos tulajdonságok az öröklés hatáskörébe tartoznak-e, vagy nem. E kornak vívmányai az élesszemű *Nathusius Hermann* professzor tantételei, amelyeket még ma is nagy becsben tartunk. Ezek szerint a renyhe anyagcseréjű szövetek (csont, ideg, bőr, érzékszervek) tulajdonságainak öröklésénél nagyobb, az élénkebb anyagcseréjükében (izom, mirigyek) kisebb az örökítő-anyag szerepe és hogy az élet korábbi szakában megjelenő tulajdonságoknál (pl. testmagasság — szemben a törzsmélységgel) a csíraplazma hatása biztosabban érvényesül, mint a később kialakuló jellemvonásoknál.

A XIX. század 8. évtizedében *Mendel Gergelyt*, a világhírű ágostonrendi apátot már bizonyos tulajdonság-változatok öröklési menetének kérdései is

foglalkoztatták. Hogyan érvényesül a megtermékenyült petesejt csíraplazmája akkor, ha bizonyos tulajdonságra (pl. színre) nézve az egyik szülőtől eredő gaméta (ivarsejt) más (piros) változatot hozott magával, mint a másik szülőtől eredő (fehér) gaméta? *Menetelnek* és iskolájának keresztezési kísérletei azt igazolták, hogy ilyenkor az ivadékokban néha csak az egyik (domináns) változat mutatkozik, míg a másik (recessio) rejtve marad (Pisum-n'pus), máskor mindkét gaméta öröklési faktora érvényesül többé-kevésbé (Intermediár-típus) az ivadék tulajdonságának realizálásában. Míg azonban az 1. generáció egyöntetű képet mutat, addig ennek ivadékainál, azaz a II. nemzedéknél már megint tarka kép bontakozik ki: megjelennek az I. nemzedékkel azonos, továbbá a nagyszülőkkel azonos tulajdonságváltozatok is. Többféle tulajdonságban eltérő szülők ivadékaiban, azaz a di-, tri- etc. hibridekben pedig már a nagyszülők tulajdonságváltozatainak kombinációival (neokombinációk) is találkozunk.

Ilyen eredmények láttára állította fel Mendel iskolája azt a hipotézist, hogy az átöröklés menetében anyagi parányok képviselik a tulajdonságváltozatokat; e parányok az ivadék ősvarsejtjében nem olvadnak elválaszthatatlanul egybe, hanem csak kapcsolódnak, de már akkor, amidőn az ivadékban ivarsejtek képződnek, a gaméták egyike a változat-párok gen-jei közül csak egyiket fogadja magába, a másik gaméta pedig a pár másik tagját („A gaméták tisztasága“).

Ez az elmélet feltételezte, hogy a tulajdonságváltozatok képviselői anyagi parányok. És tényleg. Az amerikai *Morgan* iskolájának elmés citológiai tanulmányai rövid idő alatt kétségbevonhatatlanul igazolták a Mendel-tanok anyagi alapjait. Beigazolást nyert, hogy az ivarsejtek kromoszómaiban, ezekben a tartalmilag önálló, egyéni életet élő sejtszervekben a gen-ek gyöngysorszerű anyagi pontok képében vannak elhelyezve.

Ez a két korszakalkotó felfedezés megszüntette az átörökítő-erő helyezésének és hatásmódjának titokzatosságát. A nyomukban megindult búvárkodás eredményeül megtudtuk, hogy az egyszerű alapfaktorokon kívül egymásra ható (aktiváló, kondicionáló, akadályozó, változtató, erősítő) jelleget magukban rejtő gen-ek is akadnak, sőt nem ritkák az olyan gen-ek, melyek egy bizonyos tulajdonság determinálásánál többesszámban szerepelnek, de mind egyazon irányban hatnak és hatóerejük számukkal arányos.

A gyakorlati állattenyésztés ezeknek az új tanoknak az alapján megértette, hogy a hibridek (I. generáció) ivadékaiból (II. generáció) is születtek a hibridek szülőivel (a II. generáció nagyszülőivel) teljesen azonos

tulajdonságot mutató, sőt ezeket híven örökítő (homozygota) egyedek. viszont a hibridekben (I. generációban) megnyilatkozó esetleges újdonság (hybridnovum) konstans öröklékenységre nem számíthatunk. Míg tehát a hybridnovák (kék andaluziai tyúkok, laposkontyú kanárik stb.) továbbtenyésztésénél a tenyésztő munkáját visszaitések zavarhatják, addig a keresztezésekből kialakult tenyészetben is van még mód az eredeti típus visszaszerzésére.

Meg kellett barátkoznia az állattenyésztőnek azzal a ténnyel is, hogy nincs „konstans intermediár“ öröklés, mert hiszen bizonyos típus jellegvonásai nem zárt összeségiikben szállnak nemzedékről-nemzedékre, hanem az egyes jellegvonások, illetve változataik gen-jei elég önálló viselkedést tanúsítanak. így tehát akkor, mikor egy parlagi állományt bizonyos más, értékesebb fajttal óhajtunk nemesíteni (átalakító keresztezés), a „nemes vér“ fokozatos növelésével nem pontosan az egészhez közeledő törtrész arányában és nem a nemzedék minden tagjában egyformán nő a nemes fajta bizonyos jellegvonásának megnyilatkozása. Ma már tudjuk, hogy ugyanazon okból nem kell a VI. generációig várni bizonyos nemes jellegvonás megjelenésére, hanem már a II. generációban fennforog annak a lehetősége, hogy bizonyos egyedek némely jellegvonását illetőleg a „nemes“ fajttal azonosak. De viszont nincs kizárva még a hatodikot követő nemzedékben se az eredeti parlagi vonás felbukkanása. Téves tehát a fajta-átalakításnál a nemzedékeket  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{7}{8}$ ,  $\frac{15}{16}$ , etc. törtek arányában értékelní s ezeknek arányában megítélní a nemesítő fajtához, illetőleg a parlagihoz való közelségüket.

A keresztezés nyomán nagyon gyakran tapasztalható értéknövekedést: a nagyobb életerőt, máskor nagyobb fejlődési erélyt, nagyobb ellenállóképességet, vagy nagyobb termelőképességet is tudja a modern örökléstan magyarázni — polymer (egyazon irányban ható) faktorok halmozódása, polygen (több, de eltérő irányú) faktor által előhívott jellegvonás kialakulása, semiletalis (betegítő) faktorok mellé bizonyos akadályozó faktorok társulása, etc. etc. alapján. így megszűnt a „heterosis“ misztikus varázserejéről kialakult hiedelem.

A múltban is jöttek létre új típusok (fajták) több fajta keresztezéséből, de csak a Mendel-iskola tantételei adtak alapot itt is bizonyos céltudatosabb, tervszerű munkára.

Sok esetben kapunk újdonságot, azaz „hybridnovát“, ha két oly egyedeket pároztatunk, melyek bizonyos tulajdonságot illetőleg eltérő változatokat



mutatnak. A fekete és fehér spanyol tyúk keresztezéséből születnek a kék andaluziaiak; a fehér shorthorn marha és a fekete aberdeen-angus ivadéka az anglai húspiacon olyan nagyra értékelt „kék vércse“-k; a fehér és fekete gyapjas juhoké a kékesszürke wensleydale-k; a rózsatarajú hamburgi és borsótarajú bráhma párzásából jönnek létre a diótarajú tyúkok, a búbos és símafejű kanárikéból a laposkontyú változat.

Még bővebben termeli az újdonságokat az eltérő tulajdonságú szülők II. nemzedéke. A Mendel-iskola örökléstanának két alaptétele: a „gaméták tisztasága“ és az „öröklési faktorok független kombinálódása“ magyarázza azt az érdekes jelenséget, hogy két vagy több tulajdonságot illetőleg eltérő változatot mutató egyének ivadékainak, az ú. n. polyhybrideknek származékaiban a nagyszülők tulajdonságainak kaleidoszkópszerűen sokféle kombinációja jelenhet meg. A természet módot ad tehát arra, hogy különböző típusokban elhintett tulajdonságváltozatokat egy típusba egyesítsük.

Így sikerült az angol Cooknak a fekete orpingtonba összegyűjteni a plymouthból a hústermelő-testarányokat, a minorkából a nagy tojóképesseget, a langshanból a fekete színt. *Wriedt* így tudott a rövidszőrű tarka nyúl és a fehér angora nyúl keresztezéséből újdonságot: az angoraszőrű tarkanyulat kitenyészteni. Az amerikai *Wilson* pedig célul tűzte ki a nagyon zsíros tejet, mondhatni: „tejszín“-t termelő, de kényes „jersey“-fajta és a szívós szerkezetű „vörös dán“-fajta tulajdonságainak kombinálásából zsírdús és sok tejet termelő, szívós, vörösszínű marhatípus előállítását, ami a II. nemzedék egynemely példányánál már sikerült is neki.

A Mendel-iskola kutatásai mindjobban érlelik bennünk a reményt, hogy minél több típus gazdaságilag érdekes tulajdonságainak öröklési menete, gen-jeinek természete lesz ismert, annál biztosabb tervszerűséggel folyhat az ilyen „neokombináció“-knak nevezett újdonságok előállítása.

A genkombinálódás útján a már előbb emlegetett polymer-faktorok is a lépcsőzetes újdonságok egész sorát ígérnek. Mai tudásunk szerint ugyanis a tejszírtartalom, a tojóképesesség, a testnagyság, a színerősség stb. tulajdonságok mértéke attól függ, hogy az öröklési anyagban a reájuk vonatkozó faktoroknak mekkora tömege lakozik. Két nem éppen szélsőséges típus első nemzedéke ugyan a két szülő közötti mértéket fogja mutatni, de már a második nemzedékben a polymer-faktorok kombinálódása révén nemcsak olyanok születnek, melyek a két nagyszülő közötti tulajdonságot mutatják, hanem akadnak olyanok, melyekbe ivarsejtjeik érésekor még annyi se került, mint az egyik nagyszülőbe; de akadnak olyanok is, melyekbe több, mint a

másik nagyszülőbe; s így ezek a nagyszülőkkel szemben újdonságokként tűnnek fel. így sikerült 600 grammos bantam és 1100 grammos hamburgi tyúkok második generációjában olyan apró tyúkocskákat felfedezni, melyek még az 500 grammot se érték el, melyek tehát a bantam-sporttenyésztőket mint érdekes és értékes új variációk lepték meg. Hasonlóképp magyarázható bizonyos szín eltérő árnyalatait mutató állatok ivadékeinál szélsőséges, előbb nem látott árnyalatok feltűnése.

Hogy tehát a gazdasági állattenyésztő új formák létrehozásában tervszerű munkát folytathasson, annak érdekében — ismétlem — pontosan kell ismernie az öröklődő tulajdonságok faktorainak természetét. Itt még csak a kezdet kezdetén vagyunk. Ha majd nemcsak a szapora, az egymásutáni nemzedékeket gyorsan produkáló és olcsó kísérleti állatoknak (nyulak, egerek, tyúkok), hanem nagyobb gazdasági állatainknak öröklési anyagát is már úgy ismerjük, mint pl. Baur iskolája a házinyúl színének, továbbá az oroszlán-szaj (Antirrhinum) virágalakjának öröklési viszonyait, akkor lehet igazán tervszerű állatnemesítésről szó. Ez az óriási, emberöltőket igénybevevő biológiai munka a tudományos állattenyésztés legszebb feladata.

Bizonyos állatállományok nemesítése azonban nemcsak a keresztezések útján létrejött értékes hybridnovák és neokombinációk elszaporítása útján lehetséges, hanem az állományban elszórt és értékes „genotípusok (öröklődő jellegvonások) izolálása“ útján is, amit köznyelven „kiválogatás“-nak neveznek. Ebben is több tervszerűség érvényesülhet azóta, mióta a biológia a változatosság okait, öröklékenységet és lehetőségeit megállapította. Míg egyrészt megismertük, hogy minden populáció az öröklékeny és a nem öröklékeny változatoknak, a genotípusoknak és fenotípusoknak (külső jellegvonásoknak) igen nagy tömegét szokta tartalmazni, így a nemesítőnek reményteljes munkateret nyújtani, másrészt a biológia figyelmeztet arra, hogy a kiválogatás nemesítő hatása csak addig tart, míg a populációban eleve elvegyült legértékesebb genotípusok feltalálása megtörtént. Ezután már a nemesített állomány értéknövekvése megszűnik, mert a „szelekció önmagában nem produkál új, értékesebb geneket“.

\*

Századunk biológiai eredményei közül kétségkívül a legértékesebbek közé tartoznak azok is, melyek az endokrinmirigyek hormonjainak csodálatos hatásait ismertették meg velünk. Az állattenyésztés ezekből a korszakalkotó felfedezésekből is bőséges hasznot merített.

Tudvalevő, hogy az agyfüggelék mellső lebenyének túltengése óriásnövekedést von maga után, mely új fajokat (kihalt őssallatok), új fajtajelleget (nagy kutyafajták), vagy bizonyos fajták egyes egyedeinél spontán mutációkat (öröklődő újdonságokat) alkot. Az agyfüggelék túltengése tehető felelőssé bizonyos szervek túltengéseért is, pl. a bórráncokért a negretti-merino juh testén, valamint a véreb fején és nyakán.

Ezzel szemben az agyfüggelék mellső lebenyének sorvadása s így csökkent hormontermelése révén állanak elő az emlősök és madarak törpéi (törpe kutyák, bantam-tyúkok, stb.). Ugyanezen okból lépnek fel a csontok alakulásának zavarai, így a rövidfejűség (brachycephalia) domború koponyával, rövid álcsonttal (buldogg vagy mopsz-fejek), rövid tövisnyujtványokkal és igen rövid lábakkal (mikromelia). Itt kell keresni az okát a tuxizillerthali, a dexter-kerry, a herefordi, a telemarkeni marhafajták hasonló abnormitásainak, az angol yorkshire sertés és sok kutyafajta furcsa, saját-szerű formáinak. A csontozat ilyen rendellenessége némely fajtájánál csak a fejre és a gerincre vonatkozik (pl. bostonterrier kutya), míg másoknál a fej és a gerinc normális és csak a végtagok abnormisak (tacsók, bassel-kutyák).

Az agyfüggelék középső lebenyének csökkent hormontermelése okozza bizonyos fajtáknál a lomha anyagcserét, így az elzsirosodási hajlamot, továbbá a zsírraktározásra szánt kötőszövet bőséges kialakulását (south-downi és leicester juh, toulousi lúd, stb.).

Hogy az említett alakok és az agyfüggelékek működése közt okozati viszony van, azt nemcsak az a körülmény tanúsítja, hogy pl. az óriásoknál aránylag nagy, a törpéknél pedig még az apró testhez viszonyítva is kicsiny az agyfüggelék és sekély az iksont testének ama vájolata (sella turcica), melyben az agyfüggelék elhelyezkedik, hanem tanúskodnak a mesterségesen létrehozott, így az agyfüggelék lebenyeiből készült kivonatoknak adagolása után, illetve a lebenyek kiirtása nyomán előállott változások.

A pajzsmirigy működésének élénksége vagy renyhesége — úgy látszik — az egész szervezet histobiológiai alkatára reányomja bélyegét. A pajzsmirigy fokozottabb működése hozza létre a finom szervezetű, ingerlékeny idegzetű, élénk vérmérsékletű, gyors anyagcseréjű típusokat, mint amilyenek képviselői a legfinomabb melegvérű lovak, a legjobban tejelő marhafajták, a legfinomabb posztógyapjas juhok (typus respiratorius). Ezzel szemben a gyengén működő pajzsmirigy a petyhüdt, szivacsos szervezetű, nyu-

godt vérmérsékletű, renyhe anyagcseréjű, elzsírosodásra hajlamos szervezetek (typus digestorius) kialakítója. Ez utóbbi típus azonban a pajzsmirigy csökkent működésének hatására csak a kifejlődés után alakul ki, pl. a hidegvérű lovaknál, a hústermelő angol marháknál és az angol juhoknál.

A pajzsmirigy fokozott működésének igen érdekes formáló hatása mutatkozik a madarak tollazatán is: a tollak zászlója elkeskenyedik, a zászlót alkotó ágacskák és sugarak elpuhulnak, úgyhogy a fedőtollak is olyan képet adnak, mint a pehelytollak (selyemtyúk); továbbá: kendermagos tollazatban a pajzsmirigy-hormonok mérsékelt adagolása a sötétebb, bővebb adagolása pedig a világosabb színű csikolatot növelik.

Az agyfüggelék mellső lebenye nem merül ki az alakító hatásban, hanem hormonjai útján irányítója, sőt megindítója a nő nemi életének is. Prolan I. nevű hormonja indítja meg a petesejtet magában rejtő Graaf-tüsző képződését, a prolan II. pedig egyrészt a Graaf-tüsző megrepedésének, másrészt a már megrepedt Graaf-tüsző üregében kialakuló „sárgatest“ képződésének közvetlen okozója. Az agyfüggelékből mesterségesen kivont készítmény nőtények szervezetébe fecskendezve élénkíti a nemi életet: kifejlődött nőtényekben rövid időn belül megérleli a petefészkek tüszőit és közvetve — a tüszők inkretuma révén — megindítja az ivarzás ismert jelenségeit. Olyan esetekben, mikor nem szervi elváltozások és általános kórok voltak a meddőség okozói, tényleg sikerült több esetben prolaninjekciók segítségével a nőtények nemi életét megindítani. Közelfekvő a remény, hogy a többet szülő fajoknál ilyen úton talán még az érésnek induló tüszők száma, a szaporaság, madaraknál a tojások száma is fokozható lesz.

Az agyfüggelék prolan-ja fejlődő hímekbe fecskendezve sietteti az ivarérettséget, kifejlődöttekben gyorsítja az ondósejtek képződését és fokozza a nemzési vágyat. Így sikerült már sok lustán hágó hím nemzési ösztönét felfokozni s a bennük levő tenyészértéket így jól kihasználni.

Közelfekvő volt a gondolat, hogy az agyfüggelék nemcsak az ivarszervek, hanem a nemi étellel szorosan összefüggő tejmirigy működésére is hatással lesz. Tényleg sikerült a mellső lebeny kivonatának befecskendezése után teheneknél a tejmennyiséget 0'5—1 literrel fokozni. Sokkal érdekesebb azonban gyakorlati szempontból az a közlés, hogy olyan kocánál, melynek tejmirigyei a szüléskor még tejet nem termeltek, hasonló úton sikerült a tej-elválasztást megindítani úgy, hogy a koca már az első napon tudta malacait szoptatni.

Az agyfűggelék hátsó lebenyének hormonjai viszont a tejnek a tőgyből való kiömlését segítik elő; ennek a felfedezésnek gyakorlati haszna a tejet „visszatartó“ teheneknél remélhető.

A vemhesség korai megállapítására is a hormonok világából remélhető exakt és megbízható módszer. Bebizonyult, hogy pl. a kanca szervezetét vemhesség alatt a vizelet útján sok progynon (ivarzási hormon) hagyja el. Amennyiben tehát egy kasztrált vagy infantilis egérbe fecskendezett kanca-vizelet az egérben pár nap múlva a hüvelyváladék görcsövi vizsgálatával megállapítható ivarzási tüneteket vált ki, akkor az illető kanca kétségkívül embriót, illetve magzatot nevel méhében. Kár, hogy a tehén, a kecske és a sertés vizeletében nem állandó, hanem csak időszakos a progynon megjelenése, miért is náluk a vázolt hormon-reakció gyakorlati jelentősége — eddigi tudásunk szerint — még korlátolt.

Az életműködések siettetésében a pajzsmirigy viszi a főszerepet. Hajtató hatása a szövetek regenerálásánál, így a sebek gyorsabb gyógyulásánál is megnyilatkozik. Thyroxin-befecskendezésekkel tényleg sikerült bizonyos kísérleti állatoknál a növekedést fokozni. Viszont a feltűnően lassan fejlődő és lassan tollasodó csirkéknél mindig a pajzsmirigy csökkent működése volt kimutatható. Sertésnél, juhnál, kecskénél — jó étvágy ellenére is — megáll a fejlődés, ha a pajzsmirigy kiirtása miatt annak hormonját a szervezet kénytelen nélkülözni. Ezzel szemben a pajzsmirigy-kivonat feltűnően serkentő hatással van a toliképző papiillák működésére. Pajzsmirigy-kivonattal kezelt madarak régi tolla gyorsan lehull a papilláról, hogy az újonnan előtörőnek helyet adjon. Így egy tyúk pajzsmirigykivonatnak bőr alá fecskendezésével vagy több pajzsmirigy implantálásával — az évszaktól függetlenül — egymásután többször is vedlésre kényszeríthető.

A fejlődés gyorsítására — úgylátszik — a herekivonat is képes. Így kísérletbe vontak heréit, illetőleg miskárolt malacokat. Azonos táplálás mellett az egyik csoport herekivonatot is kapott, a másik nem. A herekivonattal táplált csoportban a súlynövekedés naponta 161 grammal nagyobb volt és így a húshízulás tartama 4—5 héttel megrövidült.

A tenyészállatok kiválasztását szerfölött zavarta még a múlt században is az a körülmény, hogy a legtöbb betegséget és kóros állapotot a tenyésztők — óvatosságból — öröklékenynek hitték, így sok nagyértékű vérvonalat zártak ki a tenyésztésből — kárára a magán- és közgazdaságnak. Még a

rühösség, angolkór, lépfene, szőrférgesség, mirigykor stb. eseteiben is a csíraplazmát tették felelőssé azért, hogy e betegségek az egymásután következő nemzedékekben felléptek. Amily arányban a pathológia világosságot gyújtott az egyes betegségek igazi okát illetőleg, olyan arányban csökkent az ú. n. öröklődő betegségek száma. A pathológia tanítása szerint ugyanis a betegségek aránytalanul nagyobb számánál baktériumok, penészgombák, alacsonyabbrendű élősködő állatok, vegyi mérgek, vitaminok hiánya, meghűlés, a szervek munkájának túlhajtása (megeőltetés) az igazi kórokok. Már pedig hogyan lehetne elképzelni, hogy ezek az öröklési anyagba bele lennének ágyazva, illetve ezek a kórokok a csíraplazma anyagi parányai közt képviselőkkel rendelkeznenek?

Sokat segít az egyes esetek elbírálásánál ma már az is, hogy az iskolázott tenyésztők mindinkább elhatárolják a hereditár, azaz a szoros értelemben vett öröklési anyagból kiinduló kóros elváltozásokat, továbbá a germinális, azaz az ivarsejtek anyagához (az örökítő-anyagon kívüli anyagához) kötődött kórokokból fejlődő pathologikus folyamatokat, végül a congenitalis, azaz veleszületett betegségeket, mely utóbbiak okának semmi köze a csíraplazmához, semmi köze az ivarsejtekhez, hanem az ok (baktérium, toxikus-anyag stb.) a vemhesség idején megbetegedett anyaállatból a placentákon át nyomult be az anyaméhben épülő magzat szervezetébe. A kór-ok átszállási módjának ilyen szigorú elhatárolása lényegesen hozzájárult, illetve hozzájárul a problémák tisztázásához. Ha a kór-ok kétségtelenül hereditár-úton száll át a következő nemzedékre, akkor az utódok megbetegedése a kórokot képviselő faktor különleges természete (dominancia, polymeria, etc.) szerint jelentkezik az öröklés menetében. Ha a kór-ok germinális úton jut az ivadékba (tyúktypus, madarak paratyphusa, etc.), akkor is úgy az anya-, mint az apaállatnak tenyésztésbe vételétől indokolt tartózkodni; sőt talán az utódok közt több lesz a beteg, mint a hereditár-úton átszálló kórok esetében, mert a Mendel-féle hasadás, stb. öröklési jelenségek nem lépnek fel itt mérséklő irányban. De már az esetleg kongenitalis-úton fellépő betegségek (antrax, pneumococcusok, gennycoccusok, etc.) esetében a tenyésztő szempontjából jelentős, hogy a szülők közül itt csak az anyaállat lehet vészthozó az ivadékra, tehát a hímállatok tenyésztértékét ilyen esetek egyáltalán nem érintik.

Bár a pathologiai kutatások már igen sok betegség okát megállapították s így eldőlt, hogy ezek öröklékenyek vagy talán veleszületettek lehetnek-e,

mégis egynémely állattenyésztési szempontból fontos betegség kór-oka is meretlen.

Ezeket óvatosságból az állattenyésztő az öröklékenyek közé sorozza éppúgy, mint a — valószínűleg gen-mutációk folyamányakép fellépett — *rendellenes* szöveti berendezésből (agy, ideg, etc.) vagy bizonyos szervek (endokrin mirigyek etc.) rendellenes működéséből eredő betegségeket.

De ha ezeknek száma — mint azt előbb jeleztem — oly csekély és ha a betegségeknek aránytalanul nagyobb tömege nem mondható öröklékenyeknek, hogyan magyarázható mégis, hogy bizonyos, nem öröklékenyek valott betegségben szenvedő szülők első, második stb. nemzedéke is megkapja ugyanazt a betegséget?

Ha ilyen esetekben ki van zárva a kór-oknak bizonyos közös külső forrása (D-vitamin hiány, lépfenével fertőzött legelő, fertőzött istálló-berendezés, stb.), akkor magyarázatot találunk abban, hogy némely szervezet bizonyos kór-okkal szemben diszpozíciót (hajlamosságot) rejt magában s ezt örökíti át utódaira. A diszpozíció állhat abban, hogy az illető szervezet tökéletlenül épült szövetekkel (szivacsos in-, törékeny fog-, lyukacsos csontszövet) rendelkezik, rendellenes a szerveknek, illetve a csontoknak helyezkedése (abnormis lábszerkezet), rendellenes a szöveteknek, a sejteknek, vagy a mirigy termékeknek vegyi összetétele, csökkent a sejtek életenergiája, csekély a szervezet antitoxin-termelőképessége, etc., etc.)

Természetesen nem bizonyos, hogy az ilyenmű diszpozíciót magában rejtő egyed összes ivadécai majd hasonló diszpozícióval bírnak és még kevésbé biztos, hogy a betegség és a kórelváltozás náluk a diszpozíció jelenléte mellett is fellép. Lehetséges, hogy a diszpozíciót a szülők ivadékaiknak csak egy részére örökítik át (hasadás!); lehet, hogy a másik szülő hatása, vagy a felnevelési mód (jó táplálás, edzés, stb.) a hibát kikorrigálja és végre lehetséges, hogy — a diszpozíció jelenléte mellett — a külső, közvetlen kór-okok (baktériumok, túlfeszített munka stb.) elmaradnak s így a betegség, illetve kóros elváltozás nem mutatkozik. A petróleumos szalma se gyűl meg, ha gyuj tószikra nem jut a közelébe.

Mindazonáltal a dolog természetéből következik, hogy *a* diszpozícióval való terheltséget a tenyészállatok kiválasztásánál figyelmen kívül hagyni éppen akkora hiba lenne, mint egy olyan egyedtet a tenyésztésből kizárni, melynél a diszpozíciónak nyoma sincs, hanem egy abnormis erővel ható külső ok (szokatlanul erős virulenciájú fertőzés, nagyfokú megerőltetés stb.) szülte a betegséget. Az első esetben a fertőzéstől, meghűléstől, megerőlte-

téstől féltve őrzött, így meg nem betegedett állat azért bizonyos betegségekre hajlamos nemzedéknek lesz a szülője, az utóbbi esetben pedig a tenyészállat éppen olyan értékes utódokat fog nemzeni, mint egy másik, amelyik hasonlóképen nem volt diszponálva és amelyik az abnormis erejű kór-okot szerencsésen elkerülte.

A vázolt elméleti megfontolások és a pathológia útbaigazítása alapján a gyakorlati állattenyésztés ma is öröklékenynek tartja a szívhibákat (vitia cordis), a szívhibákból eredő „fulladozás“-t, a visszatérő gégeidegnek önállóan bekövetkezett hüdéséből folyó „hörgösség“-et, a haemophilia-t (vérzékenységet), a kryptorchismust (a rejtettheréjúséget), az epilepsia genuin alakját, a veleszületett amaurosis (szépvaktságot), az öregkori hályogot, a rövidlátást, a köldöksérvet, az idegrendszer ingerlékenységének fokát, a vérmérsékletet és az ezzel párosuló jelleghibákat (rosszindulatú vérmérséklet, vérengző düh, stb.), végül a csiraplazma gen-mutációiból eredő abnormis képződményeket (szarvatlanság, farkhiány, csukaszáj, pontyszáj, tökéletlen fogsor-képződés, stb.). Ezzel szemben az állatok tenyészértékének megállapításánál csak a diszpozíció jelenléte vagy hiánya döntő olyan esetben, ha pl. gümőkórról (túlfinom szervezet, szűk mellkas stb.), kehességről (a tüdő szöveti lazasága), nyír-rákról (a pataszarú töredező, hézagos volta), a csonthártyagyulladásból visszamaradt holttetemekről, az ú. n. csánkpókról, gyűrűtetemről (hibás lábszerkezet, gyenge csontszövet), az ínhüvely- és ízületi duzzanatokról, az ú. n. „pók“-okról (a synovialis hárták és a környező szövetek csekély szívóssága) vagy hasonló kóros elváltozásokról van szó. Ezekben az esetekben — mint azt már előbb jeleztem — a diszpozíció az egészségesnek látszó szervezetben nagyobb tehertétel, mint egy abnormis erejű kór-ok okozta tényleges kórképződmény a legcsekélyebb diszpozíciótól is mentes egyeden.

\*

Állattenyésztőink még századunk első évtizedében is általános meggyőződéssel vallották, hogy a többé-kevésbé közeli rokontenyésztés egy titokzatos rém, melynek hatása alatt:

a) az újszülöttek néha vakon, süketen, cukorbetegséggel, angolkórral, vagy torzformákkal: mopszfejűséggel, farkastorokkal, görbelábúsággal, inrövidülésekkel stb. jönnek a világra;

b) az egymást követő nemzedékek ellenállóképessége mindinkább gyengül: a fertőző betegségek mind nagyobb százalékban szedik áldozataikat,



mind több lesz a gümőkóros és angolkóros beteg s így természetesen az életkor is megrövidül;

c) nagy zavarok állanak elő a nemi életben: a hímek nemzési vágya csökken, a nőstények ritkán termelnek petesejtet, ellenszenvvel viseltetnek a hímmel szemben, nem fogamzanak, gyakran elvetélnek;

d) az asszimilációban és az anyagcserében is mutatkoznak rendellenességek, aminek következtében némelyiknél romlik a tápanyagértékesítés és a kondíció, másoknál elhízásra való hajlam mutatkozik.

Ilyen tapasztalatok alapján vált köztudattá, hogy a rokontenyésztés mindig fiaskóval végződik s — elrettentésül — a közeli rokonok párosítását „vérfertőző” tenyésztési eljárásnak bélyegezték.

Az utóbbi évtizedekben e felfogásban is némi tisztulási folyamat indult meg. A származási lapok (pedigree) értékelése és tanulmányozása kapcsán mind több és több komoly természetbúvár állapította meg azt, hogy a rokontenyésztés szülőit nem mindig koresivadékok, hanem sokszor kiváló gazdasági egyedek. Ezeknek nyomán megindult a szakirodalomban a példák egész sorának közlése, melyekben a rokontenyésztés nem volt káros, hanem igen értékes példányoknak volt a szülője. így *Lehndorff* gróf 163 angol telivér származásának tanulmányozása közben azt találta, hogy a legjobb csődörök 3.—4. ősi sorában közös ős szerepelt s így ezek rokontenyésztésből számlázottaknak tekinthetők. — A kladrubi ménesben kénytelenek voltak körülbelül 100 esztendőn át rokontenyésztést folytatni, mert a különleges kladrubi fajtát e ménesen kívül nem tenyésztették és mégsem tapasztalták hátrányát: a kancák fogamzása ugyanakkora százalékot mutatott, mint az ugyanazon ménesben tartott, de gyakori vérújítással tenyésztett félvéréké. — *Steinhausz* a mezőhegyes! Noniuszok közt számos, közeli rokontenyésztésből származó csődört talált, melyben az egészség, a termékenység, az életerő csökkenése egyáltalában nem volt konstatálható. — *Fröhlich* professzor az ammerlandi sertéstörzskönyvben rokontenyésztésből származó kocák termékenységét tanulmányozta és azt találta, hogy 9—20 közt ingadozott a malacok száma olyan kocáknál is, melyeknek dédszülői közt egyazon ős szerepelt. — *Kronacher* professzor egy bakból, egy anyakecskéből és ennek két leányából alakított tenyészetet; ezzel a tenyészanyaggal 6 nemzedéken át folytatta a tenyésztést a nélkül, hogy a fejlődési erély vagy az életenergia csökkenésének legkisebb jele is mutatkozott volna, sőt a szaporaság még növekvő erélyt mutatott. — Egy horvát szakíró közleménye szerint a turo-

poljei kisgazdák mediterrán-származású sertéseiket emberemlékezet óta úgy tenyésztik, hogy a legjobb koca legszebb 5—6 hónapos kanmalacával bűgatják be összes kocáikat, a kan testvéreit, anyjának testvéreit stb. így megta-  
karítják az idősebb kan tartásának költségét. Folytatják a tenyésztési mód-  
szert évszázadok óta minden degenerációs jelenség nélkül. Ettől a módszer-  
től az ottani nép eltérni nem hajlandó, mert arra hivatkozik, hogy ahány-  
szor idegen vért hozott be, ennek ivadécai nem fejlődtek úgy, mint a régiek,  
a rokontenyésztésből származók. — *Backewell*, a Colling-testvérek és általában  
az az iskola, mely 150—200 évvel ezelőtt a ma is csodált értékű fajtákat  
(shorthorn, angus, aberdeen, shire, leicester, southdown, yorkshire, berkshire,  
stb.) létrehozta, rendszeresen vérfertőző rokontenyésztéssel dolgozott, mert  
nem akarta szerencsés szelekcióval talált példányait a vérkeverés útján ves-  
zendőbe engedni. — Németországnak legújabb rekordtehene (Schwarz-  
kopf) 16 éves koráig 14 év alatt 14 borjút ellett, közben 1 tejelési idényben  
14 ezernél, 3 tejelési idényben 10 ezernél, 2 tejelési idényben 8 ezernél több  
tejet adott, tehát a hatalmas tejmennyiség és a jó termékenység ritka pél-  
dája, — pedig anyját testvérbátyja termékenyítette meg, tehát „vérfertőző“  
rokontenyésztésből származott!

Ilyen és hasonló példák igazolták azt a tényt, hogy a rokontenyésztés  
néha veszedelmes művelet, máskor igen gyümölcsöző tenyésztési eljárás.

Most már a biológián volt a sor, hogy a rokontenyésztés ilyen változó  
eredményeinek magyarázatát adja. Ez nem is váratott magára sokáig.

A rokontenyésztés nem produkál új öröklési anyagot, azaz új geneket  
Csak annyi történik, hogy két rokontól származó, tehát valószínűleg bizo-  
nyos tulajdonságokat illetőleg hasonló csíraplazmák találkoznak a rokon-  
tenyésztés szülőttjében. így nagyon valószínű, hogy a rokontenyésztés szü-  
löttje döntő jelentőségű gen-ek homozygotája lesz. A döntő jelentőségű  
gen-ek természetesen lehetnek kedvező vagy kedvezőtlen irányban hatók.  
A kedvező irányú gen-ek homozygotája szüleinek értékes tulajdonságát  
talán még fokozottabb mértékben mutatja és homozygota voltánál fogva ezt  
híven is örökíti. De találkozhatnak az utódban kedvezőtlenül ható, sőt talán  
letális (halált okozó) faktorok, melyek a rokoni viszonyban levő heterozygota  
szülőkből még rejtve maradtak, de a tőlük származó homozygota ivadék-  
ban már megnyilatkoznak. A szóbanforgó kedvezőtlen faktorok némelyike  
a gazdasági értéket csak annyira csökkenti, hogy ez a felületesen ítélőnek  
talán alig tűnik fel, máskor pedig torzok, súlyos betegségek megjelenésére,  
sőt a magzatok elhalására vezetnek.

A rokontenyésztés eredménye tehát mindig a szülők öröklési anyagának minőségétől függ: ha a két rokon (szülők) értékes geneket adott át az ivadéknak, akkor ennek gazdasági értéke nagy lesz, ha pedig értéktelen, sőt káros (torz, betegségre diszponáló, stb.) geneket, akkor az ivadék hitvány, sőt életképtelen lehet. Itt tehát nem a rokontenyésztésre, mint tenyésztési eljárásra hárul a felelősség! Magában a rokontenyésztésben — a biológiai magyarázat azt világosan elénk tárja — nincs titokzatos varázserő, sem jó, sem rossz irányban.

A rokontenyésztés problémájának ilyenmű megfejtése annyiban is örvendetes vívmány a gyakorlati állattenyésztés számára, mert bátorságot nyújt a tenyésztőnek olyan esetben, mikor egy nagy gazdasági értéket képviselő mutáció önmagában jelentkezik. Ha ennek az értékes példánynak csíraplazmáját a második és következő nemzedékekben mindig idegen vérvonal öröklési anyagával párosítjuk, mindinkább nő a veszélye annak, hogy a kiváló gén helyett a véletlen játéka folytán a kevésbé értékes genek érvényesülnek s így annak hatása elvész. Ha azonban az egymagában álló kiválóságot másnemű ivadékaival, a hímet leányával, az anyát a fiával, unokájával stb. pároztatjuk s a testvéreket is egymás közt tenyésztésbe vesszük, akkor megvan a lehetősége a szélsőséges értéket felmutató mutáció öröklési anyagának több egyedben való elszaporítására, bizonyos állatcsoportban az értékes tulajdonságok konszolidálására s végül a rokonok ivadékaiban a vérszilárdság, azaz a biztos átörökítőképeség, az átütő erő kialakítására.

Érthető az előbbiekből az is, hogy csak a tervszerű rokontenyésztés lehet komoly eszköz az állatnemesítésben. A tervszerűség előfeltétele a párosítandó rokonok csíraplazmájának a lehetőség szerinti megismerése, ami mai tudásunk szerint csak a több nemzedékre visszamenő ősök és oldalági rokonok tulajdonságainak átvizsgálása útján remélhető. Ez gondosan és szakszerűen vezetett, hiteles törzskönyveket tételez fel.

Kétségtelen, hogy még így is marad némi kockázat a rokontenyésztésben. Nem lehetetlen, hogy a különben nagyraértékelt vérvonalból származó rokonok párosítása is bizonyos kedvezőtlen gen-t aktivál, amely előbb rejtve volt. A feladata magaslatán álló és szakképzett állatnemesítőt ez a lehetőség se fogja eltéríteni a rokontenyésztés igénybevételétől, mert hiszen így tudomására jut, hogy állatállománya csíraplazmájában lappangó betegségek csírái: letalis és semiletalis genek szunnyadnak. Ennek megismerése is fontos, mert ezeknek kiirtásával tenyészetét ugyancsak tökéletesítheti.

Hiszen a tökéletesítés munkálható nemcsak a kedvező genek gyűjtése, hanem a kedvezőtlenek kiirtása által is. Az állatnemesítőnek munkájában tehát a rokontenyésztés olyan szerepet is játszhat, mint az orvoséban a diagnosztikai ojtás.

\*

Az élő szervezetek formáló tényezői közt — mint erre már előbb is utaltam — döntő szerepet játszanak annak a természeti miliő-nek (környezetnek) összetevői, melyben az állat él s így elsősorban a légköri és tartózkodási közeg hőviszonyai, páratartalma, a fényerősség, a szelek ereje és gyakorisága, a talaj alkatrészei, struktúrája, domborzati viszonyai, stb. Híven igazolják ezt azon feltűnő változások, mélyeket bizonyos régi, megkövesültnek látszó típusok is szenvednek, mihelyt idegen földrajzi környezetbe kerülnek.

Az arab ló csak addig marad arab, míg „a puszták levegőjét szívja“. Már Bábolna talaján is nagyobb termetűvé növi ki magát, Mezöhegyes buja flóráján pedig olyan tömeges típust vesz fel, mint amilyen Mezöhegyesnek ugyancsak arabvérű bennszülettte: a Gidran. Ezzel szemben a bretagnei gazdag flórához és tengeri klímához szokott nagytestű percheronnál, *Sdanowich* volt cári főistállómester iratai szerint néhány nemzedék elegendő volt arra, hogy szervezete Kelet lovának könnyű típusába formálódjék át. Minél gazdagabb ugyanis a talaj növényi tápanyagokban, annál dúsabb flórát produkál és így a növényevő állatvilág számára olyan táplálékot nyújt, mely a szervezet kialakulásához építőanyagot és a termelést befolyásoló különleges anyagokat bőségesen nyújtja. Ezért Anglia déli felén, továbbá a nyugateurópai marsch-talajokon születtek a lóóriások, a húsmarhák, a húsjuhok és a húsertések legideálisabb fajtái, míg a terméketlen Izland és Korzika ponikat, a sivatagflóra ösztövérlótípusokat, a mostoha hegyvidék eltörpült marhafajtákat (riska, mokány), csenevész juh- és sertésfajtákat nevelt. Ezért vallja *Duerst*, hogy „a geológiai térképről magáról le lehet olvasni, hogy milyen az illető táj loanyaga“. *Lydtin* és *Werner* ezernyi mérése is számszerűleg mutatja, hogy a jura és kagylómész-eredetű mészdús talajokon a szarvasmarhák nagyobb, csontosabb fajtái, míg az ősközet, a gránit, a gneisz, a homokkő-talajokon kisebb típusai születtek és vernek gyökeret.

A tápanyagok mennyisége nemcsak a testtömeg, hanem a testarányok kialakításában is érezteti befolyását. Egy tenyésztőkből és húsiparosokból alakult angol egyesület iskolát teremtett ama megállapítással, hogy a hús-

termelési szempontból hátrányos embrionális formát (nagy fej, csekély törzs, hosszú lábak) annál gyorsabban váltják fel a kedvező „húsformák“, minél több plazmaképző fehérjét és ásványi anyagot kap a fejlődő szervezet. Főképp ebben gyökeredzik az angol húsfajták jellegzetes, nagy húsnyereményt biztosító testaránya, azaz: kicsi fej, rövid és vastag nyak, széles, dongás, mély törzs és feltűnően rövid lábak. Hogy tényleg a táplálék formáló hatása érvényesül itt és nem valami öröklésből eredő jellegvonások realizálódnak, azt a hallei *Fischer* professzor ikerborjakon, a müncheni *Henseler* professzor testvérmalacokon igazolta be. *Fischer* egy hollandi tehén ikerborjainak egyikét bőségesen, másikat fukar adagokkal nevelte s míg az első a shorthorn ideális húsformáit közelítette meg, addig a másik híven mutatta a lapálymarháknak a sovány geest-vidékeken otthonos jellegét. *Henseler* kísérleteiben a bőven táplált süldők a berkshire tipikus formáit vették fel, míg koplaltatott testvéreiknél a parlagi sertések testarányai és körvonalai jelentkeztek.

A táplálék minősége az emésztőcsatorna szöveti berendezésében is mélyreható változásokat idéz elő. John *Hunter* különben halakkal táplálkozó sirályok fiókáit magvakkal etette, mire náluk olyan zúzógyomrok fejlődtek, mint a magevő madárfajok gyomra és fordítva: magevő madárfajokat húsledelekkel táplált, mire ezek a húsévő madarakéhoz hasonló gyomorszerkezetet vették át.

Lássunk néhány példát arra, hogy a táplálék mennyiben irányítja a kültakaró színét és fényét! Tapasztalati tény, hogy olajos magvak etetésekor fényesebb a lovak szörköntöse; kanárik, tyúkok kendermagtól vagy cayenneborstól fényesebb és sötétebb, némi paprikától narancsszínű árnyalatot nyernek. A gimpli (*Pyrrhula aeuropa*) vörös mellén a kendermagtól fekete színeződést kap. *Wallace* szerint pedig az amazonvidéki növényevő papagájok zöld tollazatán vörös-sárga árnyalat ömlik át, ha az áradáskor partra vetett halakból bőven lakmározhatnak. Persze a hatóok (vegyi anyag) és a reakció utolsó lánc (a szín változása) elég távol álló és mai tudásunkkal még meg nem fejthető jelenségek, de a hasonló megfigyelések és kísérletek (főleg lepkéken) olyan tömegben igazolják az ok és okozati kapcsolatot, hogy valóságukhoz kétség se fér.

Döntő jelentőségű alakító tényező a táplálék mellett a tartózkodási levegő hőfoka és páratartalma.

Minél melegebb a környezet, annál vastagabb lesz a bőrhám, annál tömegesebb a szarv, annál szegényesebb a bőralatti kötőszövet, ritkább a szőr-

köntös; ezzel szemben a hideg az irha alatti réteg fejlettségét tolja előtérbe, a finom bőrön pedig sűrű, göndörödésre hajló és simulékony szörköntöst növeszt. Úgy a szabad természet, mint a gazdasági állatok világa száz meg száz példával igazolja e tételt. A trópusok alatt a kérődzők hatalmas szarvakat növesztenek, a juhok gyapjú-bundáját időszakonként vedlő, durva és ritka szörköntös váltja fel. Ugyanitt bizonyos kutyafajták is szörtelenek (pl. szerecsenpincs). Ezzel szemben az északi régió állatvilága szolgáltatja a finom bőrből előtörő sűrű, simulékony szörzetet; ugyanitt a kutyák szörköntöse finom pehelyszálakkal szövődik át s így valósággal gyapjúnak tekinthető.

Gazdasági állatainknál is tapasztalunk ilyen átalakulásokat, mihelyt a millió hőviszonyai változnak. Marhafajtáink szarva és bőre már azzal is durvul, ha a tengerparti vagy hegyvidéki klímáról nem a trópusok alá, hanem csak a középeurópai kontinentális klíma alá kerülnek. A havasi legelőkre hajtott háziállatok, valamint a szabad téli levegőben nevelt gulyaborjak durva, tömött, göndör szörzetet növesztenek, ugyanezek az istálló melegének védelme alatt még a téli időszakban is csak a nyári, ritka, rövid szörzetet őrzik meg. A természetnek ebből az alkalmazkodó berendezéséből a gazdasági élet már régóta levonta tanácsait: prémnyulainkat a tél dermesztő hidegétől se védjük; általában csak a téli szörzetben vágjuk a szücsárut szolgáltatató állatokat és prémes állatokat (pl. kék rókát stb.) csak olyan klíma alatt tartunk, ahol zord telekre számíthatunk.

Az előbb említést tettem arról, hogy a táplálék minősége a kültakaró színeződését is befolyásolja. Hasonló irányú hatást tapasztalunk itt-ott a levegő melege és páratartalma részéről is. A példák halmazából csak kettőt ragadok ki: Egy Közép-Amerikában honos galambfaj, a Scardafella inca kevéssé csikost, egynemű tollazatot visel. *Babes* e fajt meleg és páratelt környezetbe vitte, mire élénken csikolt, bronzfényű lett a tollazata — a családtag hasonló a Brazíliában honos Scardafella brasiliensis-szel. — A nálunk honos fecskefarkú pille (*Papillio machaon*) bábjának 37—38 C°-on, tehát trópusi melegen tartása következtében előáll e fajnak olyan variációja, mely a nyári hónapokban Jeruzsálem vidékén szokott röpködni. — Ilyen jelenségek alapján igazat kell adnunk *Hertwig* Oszkárnak, aki azt vallja, hogy a sarkvidéki, a mérsékelt égövi és a trópusi táj fajták a szabad természetben is az eltérő hőviszonyok hatására alakultak ki.

A hőmérséklet — úgy látszik — bizonyos testrészek fejlődését is irányítja. Úgy a róka, mint az őz, a szarvas és a vadsertés tájfajtáinál megállá-

pítható, hogy legkisebb a füle a sarkvidéki változatnak, legnagyobb a trópusinak s középhelyen áll a mérsékelt égövi típusnak. Ezt a megfigyelést is támogatja néhány kísérlet. *Przbram* patkányokat 30—35 C°-os, *Sumner* pedig egereket 26 C°-os környezetben nevelt, mire kísérleti állataik  $\frac{1}{s}$ -al nagyobb füleket, farkat és lényegesen hosszabb végtagokat növesztettek, mint hideg milióban nevelt testvéreik. — Ezért tenyésztik meleg környezetben az angol kosorrú nyulakat, melyeknél a 70—80 cm-es fülhosszúság a tenyésztő ideálja! Viszont a kis bantam-csirkéket az ősz hűvös időjárásában keltetik, hogy ezzel is közelebb jussanak a tenyészcélhoz: a lehető legkisebb testformákhoz.

Természetes, hogy itt se a közvetlen hatással állunk szemben, hanem — mint *Baur* mondja — a reakcióknak bizonyára hosszú, eddig ismeretlen láncolatával, melyeknek csak utolsó tagja: a fejlődésben elszenvedett eltolódás ötlük szemünkbe.

De az eddig felsorolt ökológiai tényezők közül talán még a táplálék se vetekszik formáló hatásban azzal a faktorial, mely az egyes szervek, illetőleg testrészek több-kevesebb működésében: aktivitásában és inaktivitásában rejlik. A működő szervbe ugyanis — legyen az izom, tüdő, mirigy, vagy legyen támasztó (csont) vagy védőszövet (bőr) — jelentékenyen több vér, több tápláló szövetnedv áramlik be s így érhető, ha tömege lényegesen gyarapszik, másrészt a szövetek alkotó elemei közül a munka eredményességét biztosító fokozódnak (inrostok), vagy legcélszerűbb elhelyezkedést találnak (csontlemezek). Utalok itt arra a közismert tényre, hogy a pörölyöket emelgető munkásnak és atlétának karizmai teltek, tömörek, acélosak lesznek, míg a gipszbe pólyázott kéz sorvad. — A házi tyúk, lúd, kacsa szárny- és mellizmai lényegesen ösztövérebbek, mint vadonélő rokonaiké, mert ezek sokkal többet repülnek. Nagyon jellemzően átalakul az egész állat habitusa, változik körvonala, ha egyes izomcsoportjai bizonyos mozgások hatására túlsarjadzanak, mások pedig az elhanyagolás következtében sorvadnak. Ezért *Wilkens* szerint a trenírozott angol csikó inkább a szarvasra emlékeztet, mint a lassú járásnemben használt lófajtákra. *Duersf* pedig azt az érdekes megállapítást tette, hogy a magas spanyol iskolában idomított nyergeslovak a „mű-mozgásformák“\* következtében nyerték a rokokó-korba beillő körvonalaikat.

A mozgás arányában feltűnően nő a szív és a tüdők súlya. Ezért a veresnyló és az agár szíve jóval nagyobb, mint lassabban mozgó fajrokonaké. Nagyon érdekes *Hesse* ama megállapítása, hogy a mezei veréb szíve Dél-

Németországban csak 13 ezredrésze testének, Észak-Németországban 14, Pétervár (Leningrad) környékén majdnem 16 ezredrésze testének, mert a hidegebb környezet a homolotherm (állandó testhőfokú) szervezetben nagyobb oxidációt provokál, így nagyobb munkát ró a szívre és tüdőre.

A mirigyek is munkájuk arányában nőnek vagy zsugorodnak. A kioperált vese párja kétakkorára nő. Ezzel szemben elapad a rendszeresen nem fejt tőgy, elapad, sőt teljesen elsovad az a nyálmirigy, melynek kivezető csöve egy nyálkó miatt eldugult.

A bőrnek mint védőszervnek aktivitásából ered a nyomásnak, zúzásnak kitett testrészekben a bőrvastagodás és innen a paták, a körmök tömörsége, melyet a köves Karszt a lipizzai lovon, a sziklás terek a zergéknél és vadjuhoknál kialakítottak.

A csontok tömege, méretei, alakja és belsejének szerkezete is az igénybevétel szerint változik. A sánta láb csontváza 15—20%-kal kisebb, mint az egészségesé. Már *Darwin* megállapította, hogy a vadkacsa szárnycsontjai 25%-kal tömegesebbek, mint a sohse repülő házi kacsáé, de viszont a lábszárcsont a többit járó-kelő házi kacsánál súlyosabb. — *Füid* fiatal terrier kutyáinak mellő lábait kifecamította, miért is kénytelenek voltak hátsó lábaikon ugrálva járni; pár év múlva hátsó lábaik szerkezete a kengurukéhoz lett hasonló. — Nagyon meggyőző még ezirányban *Voit* kísérlete: ő galambjait annyira mézszegény takarmányon tartotta, hogy mell- és koponyacsontjaik vékony, lyukacsos képletekké lettek, de szárnycsontjaik — az igénybevétel hatására — mégis normális tömegűvé és belsejének szerkezetűvé nőttek ki magukat.

Az ökológiai faktorok tehát valóban lényeges, nem ritkán döntő szerepet játszanak a szervezet tulajdonságainak kialakításában. A modern állattenyésztők ennek ismeretében iparkodnak is a nevelés folyamatán mindazokat akcióba szólítani, melyek gazdasági céljaik elérésében alkalmazhatnak mutatkoznak.

\*

Gazdasági állataink táplálásánál az ideális módszer jobban megközelíthető a tavasz-nyár-őszi idényben, amikor élő növényi anyagok (legelő füve, zöldtakarmányok) is felhasználhatók takarmányozásukra. Ezek ugyanis több íz- és zamatanyagot, több vitamint, több szövetépítő és savbázis-egyensúlyt biztosító sót, nagyobb biológiai értékű fehérjét, könnyebben emészthető és kevesebb fiziológiai veszteség mellett asszimilálható tápanyagokat tartalmaznak, mint a téli takarmányok.



A téli takarmányok közül a friss zöldtakarmányokhoz a legnagyobb hasonlóságot mutatják az erjesztés útján konzervált takarmányok. Bizonyára ez a hasonlóság is lényeges szerepet játszott abban a körülményben, hogy az utóbbi évtizedben az állattenyésztők és kutatók figyelme ezekre terelődött és különösen a bakteriológiai tanulmányok következtében e takarmánykonzerválási módszer igen nagy léptekkel haladt a tökéletesedés felé. Ez a körülmény teszi különösen alkalmassá annak igazolására, hogy a tudományos kutatásnak a gyakorlati állattenyésztésre milyen közvetlen hatása van és hogy ennek következtében a gyakorlati munka milyen sokat nyer tervszerűségében.

Ha a zöldtakarmányokat eredeti víztartalmuk mellett raktározzuk, akkor bennük részben a növényi szövetekben jelenlevő enzimek (fermentumok), részben a növényekre jutott mikroorganizmusok erjedési folyamatokat indítanak meg. Főleg a fehérjék és a szénhidrátok indulnak bomlásnak. Az állattenyésztő szempontjából az volna ideális állapot, ha ilyen destruktív folyamatok meg sem indulnának, vagy ha már ezeket megakadályozni lehetetlen, akkor legalább olyanokra kell redukálni, melyeknek termékei ne legyenek lényegesen kisebb tápértékűek és a takarmány ízét ne rontsák.

Ilyenirányú és tervszerű munkára csak akkor vállalkozhatunk, ha bakteriológiai kutatások alapján a konzerválásra szánt anyagban élő mikroorganizmusok világát, az egyes fajok munkáját és létfeltételét megismerjük, és így a kedvező irányú folyamatokat beavatkozásunkkal előmozdítani, a kedvezőtleneket elnyomni iparkodunk.

Az eddigi bakteriológiai tanulmányok szerint rosszul sikerül a besavanyítás akkor, ha a konzerválandó tömegben élénk, virulens életet élhetnek a fehérjebontó (proteolitikus) baktériumok, melyek a fehérjemolekulákat lebontják egyszerűbb vegyületekre. Ezeknek a bomlási termékeknek tápértéke kisebb, sőt esetleg a bontás az ammóniáig folyik, mikor a takarmány nyálkás konzisztenciájú, bűzös szagú és undorító ízű, tehát takarmányozásra egyáltalában alkalmatlan lesz, mert az igénytelenebb állat sem hajlandó azt elfogyasztani. A bakteriológusok megállapították, hogy ezeknek a káros baktériumoknak optimális hőmérséke 25—30 C°; hogy egy részük aerob, más részük anaerob; hogy vannak köztük spórát fejlesztő és spórát nem fejlesztő fajok; végre megállapították azt, ami itt a legfontosabb, hogy savi vegyhatású talajon nem tudnak élni. A konzerválandó takarmánytömeg keMőfokú savanyúsága tehát biztos védelem ellenük.

Károsak a vajsavtermelő baktériumok is, mert ezek is megtámadják a fehérjemolekulákat, elnyomják az aromaképző élesztőgombákat, végül — ami a legfontosabb — cukrokból gázképzés (H és CO<sub>2</sub>) mellett vajsavat hoznak létre, mely utóbbi vegyület ugyancsak bűzös szagává és undorító ízűvé teszi a takarmányt. A vajsavbaktériumok a földes szennyezés útján jutnak a besavanyítandó takarmányba. Itt a legélénkebben akkor szaporodnak, ha a hőmérséklet 35—40 C° és ha nincs ott számottevő oxigénmennyiség (anaerobok). Virulenciájukat azonban hatásosan gyengíti az erős tejsavbaktériumflóra, mert a tejsavbaktériumok a tudományos kutatások tanúsága szerint velük szemben „létérti küzdelmet“ folytatnak. Az állattenyésztőnek tehát csak az a kötelessége, hogy a takarmányt lehetőleg a földes tisztatlanság csökkentésével helyezze a tartályba és minden útonmódon a tejsavflóra uralomra vergődését mozdítsa elő.

Meg kell akadályoznunk a penészgombák telepeinek elszaporodását is. Ezek azonban a virulens tej savkultúrával nem nyomhatók el, mert hiszen ők a savi talajt nemcsak tűrik, hanem a szerves savak számukra tápanyagot nyújtanak. De szerencsére ezek ellen is sikerült védelmi módszert találni, ami nem egyéb, mint a levegőnek a legerélyesebb kiszorítása. A penészgombák ugyanis csak oxigéntartalmú légkörben képesek életet folytatni és így káros hatásukat kifejteni.

Nem szívesen látott lakóik a besavanyítandó takarmány tömegében az igazi ecetsav-baktériumok és az — ecetsavat, mint mellékterméket produkááló — kolibaktériumok se, jóllehet az ecetsav már távolról se csökkenti a takarmány értékét annyira, mint pl. a fehérjebomlástermékek, vagy a vajsav. Mindazáltal az ecetsavas-erjedést is iparkodunk elnyomni. Iparkodunk annál is inkább, mert az igazi ecetsavbaktériumok — aerobok lévén — elnyomhatók a levegő kiszorításával, amit a még veszedelmesebb penészgombák ellen különben is végre kell hajtánunk, a kolifajok pedig elnyomhatók a terep savanyúvá alakításával, amit a legkárosabb fajok, a rothasztó, fehérjebontó mikroorganizmusok ellen is hatásos fegyverül ismertünk meg.

Mikor tehát nedvdús takarmányokat óhajtunk konzerválni, a mikrobák egyes fajai ellen küzdenünk kell, míg más mikrobák — a bakteriológia tanítása szerint — segítő társakul kínálkoznak. Ez utóbbiak a tejsavbaktériumok és az élesztőgombák bizonyos fajai.

A tejsavbaktériumok a természetben nagyon el vannak terjedve, talaj humuszában, a levegőben röpködő anyagokon, az állatok szőrköntösén, a növények gyökerein és levélzetén élnek; így mindenféle, de külö-

nősen a sok cukrot tartalmazó növényekkel (kukorica-csalamádé) akaratunk nélkül is a tejsavbaktériumok igen nagy tömegét visszük a konzerválásra használt tartányba. Változatosságuk szerfölött nagy: némely fajok diplo-, tetra-, streptococcus, mások rövidebb-hosszabb pálcika- vagy lándzsaalakban mutatkoznak; egyesek fakultatív aerobok, mások aerobok, legtöbb fajok anaerob; vannak köztük mozgók és mozgásra nem képes fajok egyformán; bizonyos fajok optimuma 30 C°, másoké 45 C°, de több faj már 12—15 C° hőmérsékű környezetben is élénken termel tejsav-erjesztő enzimet; végre némelyek csak addig dolgoznak, míg a közeg 0'5—0'7% tejsav-tartalommal ivódik át, de bővében vannak olyan fajok is, melyek a tejsav-nennyiséget 1'5—2'75%-ig tudják fokozni.

A tejsavbaktériumok nagy birodalmából az ember segítő társaiul azokat választotta, melyek már alacsonyabb, 20—30 C°-on is jelentékeny mennyiségű tejsavat termelnek s amelyek anaerob viszonyok közt a legvirulensebbek. Ezeknek élénk működésével eléri a savi közeget nem tűrő fehérjebontó baktériumok és a vele „antagonista“ természetű vajsavbaktériumok elnyomását; másrészt — mikor a levegő kiszorításával tejsavbaktériumok számára az anaerob terepet biztosítja —, ugyanakkor az oxigént nélkülözni nem tudó penészgombák és igazi ecetsavbaktériumok létfeltételét szünteti meg; végre az alacsony hőfokon is virulens tejsavbaktérium-fajok munkája zavartalanul folyik olyan hőfokon (15—25 C°), mely a káros koliflóra optimumától (35—40 C°) elég távol esik s így azoknak uralomra vergődése ezzel is meg van nehezítve.

Sikeres besavanyítás tehát végeredményben az alacsonyabb hőfokon is virulens és anaerob tejsavflóra létfeltételeinek biztosítása révén érhető el. Ezt célozza egyrészt a konzerválandó anyag elaprítása, hogy az összetömes jobban sikerüljön és a levegő annál gyorsabban és tökéletesebben kiszoruljon, másrészt a nagyobb fehérjetartalmú és kisebb cukortartalmú nyersanyaghoz némi cukortartalmú anyagnak (mellasz, kukorica-csalamádé) hozzáadása, hogy a tejsavbaktériumok a metszéslapokra tódult cukordús szövetnedvben mielőbb nagy virulenciára tegyenek szert. Az összetömes következtében az oxigénhiány is beáll; így gyorsan elhalnak a szövetek, a szöveti sejtek életének megszűnésével pedig abbamarad a szövetekben levő állati tápanyagok elége. Az oxidáció megszűnése két irányban is kedvező; egyrészt több állati tápanyag marad a konzervált takarmány-tömegben, másrészt így az alacsonyabb hőmérséken virulens tejsavbaktérium-fajoknak uralma is lehetővé tétetik.

Ez rövid vázlata annak az eredményes munkának, melyet a bakteriológia az utóbbi évtizedekben a takarmányoknak erjedéssel eszközölt konzerválása körül végzett. Legújabban serényen dolgoznak a kutatók abban az irányban, hogy a vázolt biológiai módszert vegyi anyagok, mégpedig szerves vagy szervetlen savak hozzáadásával tökéletesítsék. Munkájuk iránt a gyakorlati állattenyésztők igen nagy érdeklődést tanúsítanak, ami nagy gazdasági jelentőségéből kifolyólag érthető és igen öröndetes jelenség.

\*

A modern gazdasági élet az állattenyésztőt egyrészt arra kényszeríti, hogy állatait természetszerű életmódjukból kivonja, másrészt képességeiket a fejlődésben és a termelésben a lehető legnagyobb mértékben felfokozza.

Hova tűntek a végeláthatatlan gyepek, ahol előbb növendékállataink legelésztek? Hol vannak a mocsaras folyópartok és tölgyesek, ahol kondáink a legtermészetesebb élelmüket megtalálták? Míg ezt a természetszerű életteret elhódította a szántóföldi kultúra, addig állataink fejlődésében, hústermelésében (baby-beef, express-hízalás), tejtermelésében stb. a gazdasági élet olyan ütemet diktál, amilyenre apáink még gondolni se mertek.

Az állattartás természetszerűtlen volta már rég megállította volna a haladást, ha a tudományos kutatásoknak nem sikerült volna több felmerült akadályt elhárítani. Ennek igazolására csak két fontos eredményt kívánok érinteni: a fehérjék biológiai értékének és a savbázis-egyensúly biztosításának tanait.

Az utóbbi évtizedekben a gyakorlati tenyésztők azt tapasztalták, hogy a növekvő állatok szervezetében a növényi takarmányok fehérjéi nem érvényesülnek olyan mértékben, mint az állati eredetűek. Így szüldők hizlalásánál a maximális napi gyarapodást nem tudták elérni akkor, ha a szüldők csak növényi fehérjéket kaptak; de 30—60 g-mal nagyobb lett a napi súlynövekedés, ha az előírt fehérjemennyiségnek egy töredékét állati eredetű (húsliszt, vérliszt, töpörtyű, halliszt, lefölözött tej, író) táplálékban adták a hízóknak. Kacsahízalásnál a halliszt és húsliszt fehérjéi még a tejben nyújtott fehérjék hatását is felülmúlták.

A fiziológusok ilyen és hasonló megfigyelések alapján arra a feltevésre jutottak, hogy nem minden takarmány fehérjéi szolgáltatnak a bélemésztés lezajlása után olyan aminosav-garnitúrákat, amilyenekre az illető szervezet fajlagos fehérjemolekuláinak fölépítéséhez szükség van. A legszerencsésebb eset az, amikor a takarmány fehérjéjének aminosav-garnitúrája azonos az

építendő fehérjéével. Más esetben a szervezet bizonyos aminosavakat más aminosavakból alakíthat át s így iparkodik a szükséges aminosav-garnitúrát összeállítani. Ismét más esetben átalakítások révén se sikerül az okvetlenül szükséges aminosavakat előállítania s így, ha a szervezet tartalékkal nem rendelkezik, akkor a fehérjetermelés megáll.

A feltevést több kísérleti megfigyelés is igazolta. így pl. rágcsálók fejlődésükben megálltak, ha egyedül csak a tengeriben levő „zein“ nevű fehérjét kapták, de megint normális lett a növekvés, mihelyt a kísérletezők a zeinhez tryptophan és lysin nevű aminosavakat is adtak. Hasonló viselkedést tanúsít a búza-fehérje: a gliadin, mely lysin-pótlást igényel; végre ilyennek mutatkozott a Japánban termelt *Phaseolus angularis* nevű bab fehérjéje, melyhez cystin-nevű aminosavat kellett adni.

Ilyen és hasonló kísérletekkel mindinkább világos lett, hogy a legváltozatosabban felépült fehérjemolekulák azonos mennyisége se tud az állati szervezetnek a saját fehérjei felépítésénél egyforma szolgálatot teljesíteni, tehát vannak nagyobb s kisebb „biológiai értékű“ fehérjék.

Bár valószínűleg soká tart még, míg az összes állati és növényi fehérjék aminosav-garnitúráját alaposan megismerjük és majd pontosan elő tudjuk írni a húsképzés, a gyapjútermelés, a tejképzés aminosav-garnitúráját, egyelőre örömmel kell üdvözlönnünk magát az úttörő irányelvet és ama gyakorlati tanácsokat is, hogy a fiatal állatok (főleg mindenevők) táplálékából némi állati fehérje ne hiányozzék, a növényevőknél pedig vegyes (zöldtakarmány, silage, olajpogácsa, gabona és hüvelyes magvak) táplálék útján próbáljunk szerencsét, — úgy gondolkodva, hogy amelyik nélkülözhetetlen aminosav az egyik takarmányfélésegek fehérjeiben hiányzik, az remélhetőleg a másikban jelen lesz.

Mai tudásunk szerint a takarmányoknak sorrendje a fehérjék biológiai értékét illetően a következő:

Állati eredetű takarmányok, réti (vegyes) zöld flóra, réti szénák, zöldtakarmányok és szénáik, szójadara, olajpogácsák, gabonamagvak és hüvelyesmagvak.

A másik, nem kevésbé fontos újabb tantétel: a savbázis-egyensúly biztosítása. A természet ölen nevelkedett állat olyan táplálékon élt (legelő füve), mely a szervezet savbázis-egyensúlyáról, azaz arról gondoskodott, hogy a lúgos természetű földalkáliák (mész, magnézium) és alkáliák (nátrium, kálium) mennyisége egyensúlyban legyen a szervezet szöveteiben, illetve szövetnedveiben a savtermészetű (klór, kén-, foszforsav) anyagokkal. Az

egyoldalúan magvakra és gyári melléktermékekre utalt gazdasági állatoknál azonban a szervezet szövetnedve igen sokszor savi irányban kileng, mikor is — újabb vizsgálatok szerint — nemcsak angolkóros jelenségekkel, hanem általában az ellenállóképeség csökkenésével, a takarmányértékesítő-képesség gyengülésével, továbbá meddőséggel, elvetéléssel, az újszülöttek hultékonyságával, tehát az állatok általános értékcsökkenésével kell számolnunk.

A gazdasági viszonyok nem engedik meg, hogy állattenyésztésünk jel-szava a „Vissza a természethez“ legyen. Szerencsére azonban — a legutóbbi évtizedek kutatómunkájának eredményéből kifolyólag — számtani pontossággal ellenőrizhetjük a táplálékban a savi és lúgos jelleget nyújtó anyagok arányát s ha kilengéseket állapítunk meg, akkor ellenkező irányban ható takarmányok beiktatásával vagy vegyi anyagok (*CaCO<sub>3</sub>*, *CaPiOi* stb.) pontos adagjával a súlyos következményeket megelőzhetjük.

Mindezek beszédes példák annak igazolására, hogy a természettudósok búvárkodó műhelyei és munkájuknak eredményei milyen szoros kapcsolatban állanak a gyakorlati gazda munkásságával.

A múlt század első felének tudományos körei és tudományegyetemei azt az ortodox felfogást vallották, hogy az anyagi étellel és célkitűzéseivel összefüggő problémák nem méltók a tudományok csarnokaihoz. A XIX. század második felében ezt az elfogult felfogást modern nézet váltja fel. Ezen idő óta már a bölcselek is úgy gondolkodnak, hogy a tudomány bármely ismeretkörre vonatkozó, kritikailag igazolt, azaz igaz ismeretek rendszere. Tehát a rendszer, a rendszeres forma a legfőbb ismertető jele a tudományos munkának. Már pedig ez az alapja az alkalmazott tudománynak is.

Hogy az előbb említett ortodox felfogás milyen súlyos kárára volt az egész emberiség boldogulásának, hogy milyen mulasztás terheli ezt az elfogultságot, azt bizonyítja az az óriási haladás, melyet pl. a mezőgazdaság is tanúsít, mióta problémáival a tudományok művelői is foglalkoznak.

A természetbúvárok és a tudományos előképzettségű gyakorlati gazdák harmonikus munkája a további sikereknek is biztos záloga.

# A KÖZLEKEDÉS

ÍRTA  
PATTANTYÚS A. DÉNES

KÖZLEKEDÉS azon eszközök és intézmények összessége, melyek személyek, javak és hírek szállítására szolgálnak. Ez fogalmi meghatározása, de ha közelebb akarunk jutni lényegéhez, akkor azt az ember egyik legősibb ösztönében, a helyváltztatásban találjuk meg. Az ember már ősidőktől fogva igyekszik szabadulni a tér és idő korlátaitól, tehát minden erejével azon van, hogy gyorsabban és biztosabban jusson el távoli céljához. Ebben a törekvésében először csak a saját lába segíti, de csakhamar rájön, hogy gyorsabban és kényelmesebben utazhat kocsin, amelyet más húz és amelyen a terhét is erőfeszítés nélkül szállíthatja. Lesznek azután, akik ezt kihasználván, vállalkoznak személyek és javak szállítására. Míg tehát ezelőtt a gyorsaság a közlekedés főcélja, most még a tömegek szállításának kérdése is előtérbe kerül. További fejlődést hoz a természeti erők kihasználása, először ugyan csak korlátozott mértékben (pl. vitorláshajók), de amikor a gőzgép feltalálása megnyitja az utat a gazdaságosabb energia-kihasználás felé, a technika rohamos előretörése a közlekedést is magával ragadja olyan lehetőségek felé, amilyeneket ezelőtt száz évvel csak merész képzeletű írók álmodtak meg. Gondoljunk csak a vasút alig százéves történetére, vagy a negyvenéves repülőgép fényes diadalútjára.

Talán nem kell bővebben magyaráznunk, mit jelent a közlekedés a szellemi és anyagi javak kicserélésében vagy más szóval: a *kultúrában* és *közgazdaságban*. A műveltség mindig helyi jellegű maradt volna és sohasem jöhetett volna létre kultúrközösség, ha a közlekedés nem segíti. De a fordítottja is áll: a szellemi javak kicserélésének törekvése fejlesztően hat a közlekedésre. Az ember megismerési vágya olyan nagy, hogy a nehezkesebb közlekedési viszonyok sem szabhatnak gátat törekvéseinek: Columbus pl. még vitorlás hajókkal indult el felfedező útjára. Természetes következmény

tehát, hogy a közlekedés fejlődése még gyorsabbá és erőteljesebbé teszi a Föld megismerését és a kultúra terjedését. A hellén és római kultúra térfoglalását is. nagyrészt az segítette elő, hogy nyitva állt számukra a tenger, abban a korban a legfontosabb közlekedési út. S az, hogy ma Amerika és Japán kultúráját is megismerhetjük, sok egyéb okon felül szintén a közlekedés fejlettségének köszönhető. Nem túlzás tehát, ha a közlekedést a szó szoros értelmében a kultúra hordozójának mondjuk.

Hasonlóan nagy szerepet játszik a közlekedés a közgazdaság szolgálatában. Az emberekben régóta él a törekvés a gazdasági egymásba kapcsolódásra, de a XIX. századig ez csak vízi úton és korlátozott mértékben a közutakon volt lehetséges. Amikor tehát megindult a vasút, a leggyorsabb tömegszállító eszköz, az emberek gazdasági érintkezésének törekvése már teljes mértékben kielégülhetett. Ez egyrészt nagyarányú gazdasági fellendülésre vezetett, másrészt serkentőleg hatott magára a közlekedés fejlődésére is. A nyersanyag már távolabbról és gyorsan a termelés helyére szállítható, a kész áruk nemcsak szűk körben, hanem távoli piacokon is eladhatók és a munkások sem csupán lakóhelyük közelében, hanem távolabbi ipartelepeken is dolgozhatnak. így már érdemes és lehetséges nagy mennyiségben termelni, tehát az ipar erősen fellendül. Magyarországon pl. a gabonatermelést fejlesztette a vasút olyan helyeken is, ahonnan azelőtt az elszállítás lehetősége nem volt meg. Tehát a közlekedés és elsősorban a vasút új korszakot nyit a gazdasági életben: a világgazdaság korát.

Nem kevésbé fontos tényező a közlekedés a *hadviselésben*. A győzelem csak gyors kezdeményező erővel vívható ki. Ennek pedig első követelménye nagy tömegek gyors mozgatása, tehát az a két szempont, amelyekből a közlekedés teljesítményét is elbírálhatjuk. De nemcsak a támadásban, hanem a védelemben is döntő jelentőségű a szállítás, mert különösen ma, amikor nincs hadüzenet, csak gyors cselekvéssel tudjuk megakadályozni az ellenség betörését. A hadsereg mozgatása és a megfelelő helyen való gyors és meglepetésszerű alkalmazása tehát eldöntheti a háború kimenetelét. Már az ókor legnagyobb harcos népe, a rómaiak is látták a közlekedés fontos szerepét és útépítéssel igyekeztek is előkészülni a háborúra. De nemcsak a hadsereget kell mozgatni, hanem a tartalék-anyagot és embert, az utánpótlást is fennakadás nélkül kell szállítani, mert különben kárbavész a hadsereg fölénye. Sokszor megtörténik, hogy bár a sereg áttöri az arcvonalat, az utánpótlás nincsen jól megszervezve, a szállítás elakad és az egész előretörő sereg fogságba esik. A hadi közlekedésben megint a vasúté a vezetős szerep.



mert az tud leginkább tömegeket gyorsan szállítani. A honvédelemnek tehát elsőrendű követelménye a vasúti és közúti hálózat megfelelő kiépítése. A közlekedésre tehát szükség van felvonuláskor, amikor a hadsereget felállítják, továbbá átcsoportosításhoz, amikor egyes helyeken túlsúlyba akarunk jutni az ellenség felett és utánszállításhoz, amely az elhasznált anyag pótlására szolgál. A legnagyobb teljesítményt a csapatszállítás kívánja meg, mert kevesebb embert lehet elhelyezni ugyanakkora területen, mint amennyi anyagot. Álljon itt egy jellemző adat: egy korszerű hadosztály elszállítására 80 vasúti szerelvény szükséges, amelyek egyenként 50 kocsiból állanak. A csapatszállítást tehát igen jól meg kell szervezni, hogy fennakadás ne legyen. De minden szállító eszközt csak a neki megfelelő területen lehet felhasználni: pl. bár a vasút gyors és nagy teljesítményű, az ellenség közelében felmondja a szolgálatot, mert pályája könnyen tönkretétel. Ezért szükség van a megfelelő közlekedési eszközök szerves együttműködésére. De a rakodás és szállítás idejének a viszonya is megszabja az egyes szállítási módok lehetőségét: minél nagyobb ez a viszony, annál kevésbé gazdaságos a szállítás.

Míndezekből látható, hogy a közlekedés egy határozott cél érdekében fejlődött ki és mint ilyen, nem önmagáért való, hanem csak eszköz. Még abban az esetben is, ha az ember csupán kedvtelésből utazik, nem maga az utazás a cél, hanem az idegen helyek, emberek megismerése és ekkor is jellemzi a közlekedést a gyorsaságra való törekvés.

Ezekután nézzük meg közelebbről, milyen úton valósíthatók meg a közlekedés céljai. Vegyük tehát sorra a vízi, szárazföldi és légi közlekedés eszközeit.

## VÍZI KÖZLEKEDÉS.

A hajó a tömegszállítás legrégebb és legolcsóbb eszköze. Hajtóerő és sebesség tekintetében csak igen kevés a fejlődés, amíg a XIX. század elején a gőzgép meg nem indítja a rohamos fellendülést. Az ókor és középkor vitorlánhajói még gyakran szorulnak rá az evezőkre, amikor a szél eláll. A tengeri hajózást erősen fellendíti az iránytű feltalálása és a tengeri térképezés fejlődése. Az amerikai *Fulton* Róbert készítette az első lapátkerékes gőzhajót, mely ár ellen is tudott haladni. A lapátkereket azután felváltja a hajócsavar, mint mozgató elem, de a folyami hajózásban még ma is többnyire a lapátkereket használják, mert az aránylag sekély vízben jobb a hatásfoka, vagyis ugyanakkora motorteljesítménnyel nagyobb terhet bír el.

Az első gőzhajó 1819-ben kelt át a tengeren Amerikából Európába 26 nap alatt, de még vitorlával és gőzzel felváltva működött. Azóta már a hatalmas óceánjárók 5—6 nap alatt teszik meg ugyanazt az utat.

A hajózás területén élesen meg kell különböztetnünk a belvízi és a tengeri hajózást, mert a kettőnél egészen különböző szempontok irányadók.

*Belvízi hajózás.* Hajózási célra a maga természetes mivoltában csak kevés folyó felel meg s azok hajózhatósága is a vízmennyiségtől függ. A nemzetközi vízjelző szolgáltatnak éppen az a célja, hogy a hajóst pontosan tájékoztassa a helyi vízállásról. Ezért még a természetes vízi utakat is, amilyenek a folyók és a tavak, szabályozással és állandó kotrással kell a hajózás számára használhatóvá tenni. A mesterséges vízi utak, csatornák hajózhatóságát pedig csak tervszerű kiépítéssel és karbantartással lehet állandósítani. Az esetleges szintkülönbségeket zsilipekkel vagy nagy magasság esetén hajóemelő művel egyenlítik ki. A világ egyik legnagyobb hajóemelő műve a németországi Niederfinow mellett van, amely 36 m-es szintkülönbség kiegyenlítésére szolgál. Nagyságára jellemző, hogy a hajót befogadó 85 X 12 m-es hatalmas emelőkád súlya vízzel együtt 4300 t és 1000 tonnányi hajósúlyt tud emelni. Egy hajó emelése ma 20 percig tart, míg a régi négyfokú zsiliplépcsővel kb. 2 órát vett igénybe.

A belvízi hajózás útjainak mentén a városokban szükség van rakodókra, kikötőkre és raktárakra, mert hisz a hajózás nem öncél, hanem a szállítás egyik módja, a szállított anyagot pedig ki és be kell rakni, el kell raktározni. De a belvízi hajózás fejlettsége nemcsak a folyók hajózásra alkalmasságától függ, hanem attól is, hogy milyen továbbszállítás! lehetőségek vannak a kikötőkből és milyen gazdasági fontosságú helyek felé nyitják meg az utat. Az utóbbi körülmény fontosságára mutat az a tény, hogy bár a Duna lefelé mindinkább hajózhatóvá válik, mégsem tölti be azt a szerepet, amely megilletné. A Rajna forgalmával összehasonlítva a Duna forgalmát, azonnal szembetűnik a különbség: míg ott egymást követik az uszályokkal megterhelt vontatóhajók, itt naphosszat alig látni néhányat. Ennek egyik oka, hogy a Duna Kelet felé folyton kisebb kultúrájú területeken folyik át, másrészt pedig a Fekete-tengerben végződik, amely a nyílt tenger felől nehezen közelíthető meg. Hazánknak nagy szüksége van a vízi utak fejlesztésére, mert mind nemzetgazdasági, mind harcászati szempontok megkívánják azt. A magyar belvízi forgalom az 1935. évi 2,598.898 t-ról 1937-ig évi 3,472.774 t-ra emelkedett, tehát a jövőben nagy fejlődés várható. Harcászati szem-

pontból főképen a vízi utak légitámadással szemben való érzéketlensége előny a többi szállítási móddal szemben.

Vessünk most egy pillantást a vízi közlekedés eszközeire, a hajókra. Már említettem, hogy a vízi közlekedés komoly fejlődése a gőzhajónak köszönhető. A belvízi hajók között megkülönböztetünk uszályokat, amelyeket vontató hajó mozgat és szállító hajókat, amelyeket saját gépezetük hajt és személy, valamint áru szállítására használhatók. A hajó, mint a tömegszállítás legjellegzetesebb eszköze, nagymennyiségű anyag befogadására legyen alkalmas, de csak akkora merülési mélységgel, hogy alacsony vízállás esetén is elláthassa feladatát. A Dunán pl. két méterben állapították meg a hajók megengedhető legnagyobb merülését, de sok esetben nem haladhatja meg az 1'2—1'3 m-t. Teherbírásukra jellemző, hogy az újabb uszályok kb. 1000 t anyaggal rakhatók meg két méteres merülés esetén. A vontató erő az utolsó időkig a gőz volt. A hajók, az előzőekben kifejtett okok miatt, többnyire lapátkerekesek. Amióta a belső égésű motorok (benzin, Diesel) jobb hatásfokukkal és kisebb súlyukkal mindjobban tért hódítanak, a gőzhajó erősen visszaszorul a versenyben. A háború óta nagy fejlődést mutat a mi hajóépítő iparunk is s ez tette lehetővé, hogy az utóbbi évek folyamán a Kelet felé irányuló gazdasági törekvés létrehozhatta a Duna-tengerhajókat, azaz olyan dunai teherszállító hajókat, amelyek a tengeri kikötőkbe átrakás nélkül szállíthatnak. Az ilyen hajónak nagyon ellenőrzéses követelményeket kell kielégítenie: ne legyen nagy merülése, kicsi legyen az önsúlya, de viszont a tengeren is meglegyen a megfelelő szilárdsága és stabilitása a hullámokkal szemben. Az első ilyen hajónk a „Budapest“ volt, amely 1934-ben épült, majd azt követte 1936-ban a „Szeged“. Ennek néhány adata: a hajó merülése 300 t hasznos teherrel 1'85 m, de magas vízállás esetén 2'5 m merüléssel 585 t-t szállíthat. Egyébként mind a két hajó 2—2 Ganz-Jendrassik rendszerű 200 lóerős Diesel-motorral van ellátva. Azóta már az ötödik Duna-tengerjáró hajónkat bocsátottuk vízre: az „Dngvár“-t. Ez nagyobb az előbbieknél: befogadóképessége 1200 t és két 400 lóerős Diesel-motor hajtja. Mind az öt hajó csavarral (propeller) működik, mivel elég mély a merülésük ahhoz, hogy a csavar is jó hatásfokkal dolgozzék. A Diesel-motor villamos generátort hajt, amely a csavarral közvetlenül kapcsolt, 240—250 percenkénti fordulatszámú villamos motornak szolgáltat áramot. Az erőátvitel tehát Diesel-villamos rendszerű. 1938-ban épült a „Széchenyi“ nevű vontatóhajónk, amely azonban lapátkerekes, mint-hogy a legnagyobb merülése csak 1.3 m lehetett. Ez is Diesel-villamos üzemű

és érdekessége, hogy a 35—45 percenkénti fordulattal járó lapátkerekeket egy villamos motor közvetlenül hajtja, s így a fogaskerekes áttételt sikerült kiküszöbölni. Az energiát 3, egyenként 400 lóerős Ganz-Jendrassik rendszerű Diesel-motor szolgáltatja.

*Tengeri hajózás.* A tengeri hajózást már kevésbé kötik azok a korlátok, amelyek a folyami hajózást annyira megnehezítik, de viszont ennek is megvannak a nehézségei. A tengeren végtelen lehetőségek nyílnak mind a hajók, mind a forgalom nagysága szempontjából. Rohamos fejlődés itt nem annyira a teherszállítás terén, mint inkább a személyszállításban vehető észre. Eleinte, amíg a legnagyobb utazó tömeget a kivándorlók alkotják, a tömegszállításon van a hangsúly. Utóbb azonban a gyorsaság kérdése is előtérbe lép. A gőzgép csak a fejlődés kezdetét jelenti, komoly fellendülést a gőzturbina hoz. Ennek óriási előnye a gőzgéppel szemben, hogy nincsenek ide-odajáró részei, hanem minden mozgó része forog és így a járása egyenletes; továbbá nagy egységekben sokkal jobb hatásfokú a gőzgépnél, sőt a Diesel-motorral is felveszi a versenyt. De viszont nagy fordulatszáma miatt fogaskerek-áttételre van szükség, hogy a lassúbb hajócsavart hajthassa. Az óceánjárók ma már mind gőzturbinások. A fogaskerekes áttétel helyett újabban a tengeri hajókon is villamos motort használnak. Ennek előnye, hogy a sebesség jó hatásfokkal és könnyen szabályozható. Egy mai óceánjáró valóságos kis várost hordoz a hátán, nem csoda hát, ha az üzem fenntartásához óriási energiára van szüksége. Az 50.000 tonna ürtartalmú „Bremen“ hajtógépei 120.000 lóerősek, villamostelege 20.000 kilowattot termel, amely világításra, felvonók, szellőzők és egyéb segédberendezések hajtására szolgál. A „Queen Mary“ pedig 78.000 tonnás, összes energiaszükséglete 200.000 lóerő és 32'8 csomó sebességgel tud haladni, ami megfelel kb. 60 km-es óránkénti sebességnek. A gőz termelésére szolgáló kazánokat ma már sok helyen olajjal fűtik, mert ez tisztább és kevesebb helyet foglal el, mint-hogy fűtőértéke kb. 40%-kal nagyobb, mint a szénéé. Kisebb motoros hajókat Diesel-motorral is hajtanak.

Érdekes szerkezetű a Flettner-féle rótorhajó, amely a szél erejét igyekszik gazdaságosan kihasználni. A hajótestből kiemelkedő egy vagy több függőleges hengert forgatják és ha azt erős légáramlás éri, a forgatás következtében a hengerek körül cirkuláció (köráramlás) keletkezik, amely a szél irányára merőleges hajtóerőt eredményez. Ez a hajó tehát a vitorlás és a gőzhajó között foglal helyet. Egyelőre csak kísérleti célokat szolgált.

## VASÚTI KÖZLEKEDÉS.

A vasút százéves fejlődése egyike a történelem legfényesebb pályafutásainak. A sín használata már igen régi, mert észrevették, hogy a sínen vontatott járómű kis erővel mozgatható. Fontossága azonban akkor emelkedik erősen, amikor a gőzmozdony feltalálásával megindul a vasút fejlődése. A XIX. század elején sokan próbálkoztak a gőzgép felhasználásával járómű hajtására, de az első komoly eredmény *Stephenson* György „Rockét“ nevű mozdonya volt, mely az 1829-ben megtartott versenyen 12'5 t terhet 24 km óránkénti sebességgel szállított, sőt egyedül 46'5 km/óra sebességet ért el. Ez tehát a gőzmozdony első sikere, amely után rohamos fejlődésével az egész világ képét átalakítja. Térhódítására jellemző, hogy 1860-ban az egész világ vasúthálózata 108.000 km volt, ez a szám 1935-ig 1,303.000 km-re emelkedett és még ma is állandóan emelkedik. Ez a fejlődés azoknak az előnyöknek tudható be, amelyeket a vasút magában egyesít s ezek: a gyorsaság, nagy tömegek szállításának a lehetősége és az időjárástól való függetlenség. Ezekkel az előnyökkel szemben áll az, hogy igen nagy a tőkebefektetés (pálya, állomásépület, rendező pályaudvarok stb.) és éppen ez az oka, hogy a gépkocsival szemben nem minden téren állja meg a versenyt, mert nem tud annyira alkalmazkodni az idők változásához, mint az autó.

Hazánk első vasútvonala 1846-ban nyílt meg Pest és Vác között. Azóta nálunk is nagy fellendülés következett be. Az 1848-ban 178 km-t kitevő vasúti hálózatunk 1909-ben már a 20.000 km-t is meghaladta.

A vasút térhódítását elősegítette a technika fejlődése. Ez tette lehetővé, hogy a múlt század 20 km-es sebességét a mai 150—200 km óránkénti sebességre lehessen fokozni a biztonság csökkenése nélkül. Ehhez azonban nem elég a mozdonyok teljesítményének a növelése, hanem éppoly fontos a pálya anyagának helyes megválasztása, megfelelő kialakítása és karbantartása. A vasútvonal helyének megállapítása gondos körültekintést igényel, mert az esetleges áthelyezés olyan költséges volna, hogy gyakorlatilag kivihetetlen. Ezenkívül azonban a tervezésnél mértékadó a pálya lejtése is. Ezt ezrelékben, vagyis 1 km-re eső méterben mért magasságkülönbséggel szokás megadni. Sík pályán a lejtés nem lehet nagyobb 5‰-nél, de hegyi pályán sem haladhatja meg a 25‰-et, 50‰-en felül pedig mindig fogaskerekű mozdonyt használnak. A nemzetközi forgalmat elősegíti, hogy általában megegyező nyomtávú vasútnak építenek az országok, tehát a sínfejek belső éle közti távolság mindenütt 1435 mm. De vannak országok, mint

Spanyolország és Oroszország, ahol más nyomtávot használnak. Ennek persze az a hátránya, hogy a szállított árut a határon át kell rakni más kocsikba. Az állomások és pályaudvarok kialakítására különös gondot kell fordítani, mert a szállítási időre befolyással van az autókra való átrakás, vagy a személyek kiszállásának ideje is.

A mai vasút biztonságára jellemző, hogy a Német Vasút-Egylet vonalain 12'5 millió utasra esik egy halálos baleset. Olcsóságban is nagy a különbség a közúti forgalom és a vasút között, mert pl. Angliában az első gőzvasutak létesítésekor a viteldíj személyszállításban V3-a, teherszállításnál 1/6-a lett a közúti tarifának. Az olcsóság azonban csak nagy tömegek szállítása esetén van meg, mert a menetrendszerűen közlekedő vonatok nagy holt súlyokat visznek magukkal. A személyszállításban igen rossz az arányszám a holt súly és a hasznos teher között, mert pl. egy ötszemélyes közepes autónál az arány 2'7:1, addig egy 290 utast szállító gyorsvonat esetén ez az arány 18 4: 1-re romlik s a luxusvonatoknál még nagyobb lesz. Tömegáru gyors szállítására azonban még mindig — és valószínűleg a jövőben is — a vasút a legmegfelelőbb. Éppen ez biztosítja nagy gazdasági és hadi jelentőségét. Gyorsaságára rávilágít a következő adat: A Páris-Calais közti 295 km-es út 1786-ban kocsin 3 napig tartott, 1900-ban pedig az expressz 3V<sub>4</sub> óra alatt tette meg; sőt ma már ezt a sebességet is tetemesen felülműlják az amerikai, angol és a német vasutak. A New-York és Chicago között közlekedő „Twentieth Century“ vonat 1902-ben 20 óra, 1938-ban már 16 óra alatt tette meg 1538 km-es útját, ami majdnem 100 km/óra átlagsebességnek felel meg. Nálunk a Budapest-Hegyeshalom közötti utat 77 km/óra átlagsebességgel teszi meg a villamos mozdonnyal vontatott gyorsvonat. Nem kevésbé fontos tényezője a vasúti személyszállításnak a kényelem. Ebben a tekintetben hosszú úton az autó nem versenyezhet a gyorsvonattal, mert vonaton kényelmesebb az utazás, háló- és étkezőkocsik állanak az utas rendelkezésére, sőt amerikai vasúton társalgók is vannak.

A vontatás üzemének minőségét többféle szempontból kell elbírálni. Hogy gőz, villamos, vagy esetleg Diesel üzemű mozdonyokat választunk-e, az függ főképen a forgalmi céloktól és a pályaviszonyoktól. Ennek megítélése céljából ismernünk kell, hogy az idők folyamán milyen gépeket használtak fel vasúti vontatás céljára. A legelső mozdonyt dugattyús gőzgép hajtotta s ma is ez a legelterjedtebb üzem. Bár az elmúlt 100 év alatt nagy átalakuláson ment át, mégis már Stephenson „Rocket“-jén is megvoltak mindazok a lényeges alkotórészek, amelyek a mai mozdonyon meg-

találhatók. A gőzgép széleskörű használata üzemi biztonságából és tartóságából ered. Azonkívül azonban a nagy beruházási költségek miatt nem is lehet egy mozdonyt csak azért kiselejtezni, mert elavult, ha egyébként még jól megfelel. Egy gőzmozdony nagyságára egyik legjellemzőbb adat gőzkazánjának a fűtőfelülete: a „Rocket“ 12.76 m<sup>2</sup> felületével szemben egyes amerikai mozdonytípusokon ma már elérték a 600 m<sup>2</sup>-t.

A gőzmozdonyal szemben igen sok előnye van a villamos vontatásnak. Ezek között első helyen áll a gazdaságossága, egyrészt azért, mert a központi erőműben silányabb szén is jó hatásfokkal alakítható villamos energiává, másrészt a mozdony villamos motorja is gazdaságosabb üzemű. Ez különösen sűrű forgalmú helyekre áll, ahol villamos motorkocsi járatása jobban szolgálja a forgalom érdekeit, mint a gőzmozdony. A tisztaság és a füstmentesség sem megvetendő előny. Továbbá, nem lévén lengő géprészek, a mozdony járása egyenletesebb és lökéstől mentesebb. Ezek az előnyök azt eredményezték, hogy a svájci, délnémet, osztrák és olasz vasutak nagyrészt villamosították. Olaszországban pl. 1924-ben 770 km vasútvonal volt villamosítva, 1939-ben ez már 5130 km-re emelkedett, amely az összes vonalhossznak kb. 30%-a. Nálunk csak a Budapest-Hegyeshalom közötti vonalat villamosították, mégpedig Kandó Kálmán fázisváltós rendszerének felhasználásával. Ennek lényege, hogy a 16.000 voltos, 50 periódusú egyfázisú váltakozó áramot a mozdonyban 1000 voltos többfázisú árammá alakítják és ez hajtja a főmotort, amely az ú. n. Kandó-keret segítségével adja át a nyomatékot a kerekeknek. A rendszer egyesíti magában az egyfázisú felsővezeték egyszerűségét és a háromfázisú motorok megbízhatóságát. Hadi szempontból is nagy előnyt nyújt, mert nem kell különleges áramfejlesztő telep, hanem bármelyik villamosközpontba bekapcsolható a rendszer, ha esetleg az egyiket baj éri. De megvan a villamosításnak az árnyoldala is: a drága vezetékrendszer és elosztó állomások.

A harmadik versenytárs a Diesel-motoros üzem. Mint mozdony, csak korlátolt körülmények között és csak olyan helyen gazdaságos, ahol sok az olaj, vagy a szenet nagyon messziről kell szállítani. Főképen tolató mozdonyként van jelentősége a Diesel-motoros mozdonyoknak, mert üzemszünetben nem kell fűteni és indításkor nagyobb nyomatékot fejthet ki, mint a gőzmozdony. A motorról a teljesítményt fogaskerék, folyadék vagy villamos átvitel továbbítja a kerékre. A Diesel-motor használata leginkább motorkocsikban előnyös, mert kisforgalmú vonalakon, ahol nem érdemes nagy vonatokat járatni, a motoros kocsik jó szolgálatot tesznek. Különösen a gép-

kocsi versenye szorítja rá a vasutat a motoros kocsik és a sínautók forgalomba állítására. A sínautóbusz nagyobb távolságok gyors forgalmát biztosítja. Ilyen az „Árpád“ is, amely Budapest és Bécs között évek óta nagy sikerrel bonyolítja le a forgalmat és mivel Hegyeshalomig nem áll meg, kb. 90 km/óra átlagsebességet ér el. Legnagyobb sebessége 120 km óránként. Vannak több kocsiból álló motoros vonatok is, azonban ezeknél a nagy teljesítmény miatt már Diesel-villamos üzemű erőátvitelre van szükség, vagyis a Diesel-motor villamos generátort hajt, amelynek árama táplálja a kerekeket hajtó motorokat. Motorkocsi gyártásában a magyar ipar igen előkelő helyet foglal el, amennyiben a Ganz-Jendrassik motorkocsiból többek között Dél-Amerikába és Egyiptomba is szállítottunk.

A közlekedésben nagy szerepet játszik a sebesség. Ez, mint láttuk, az egyik főcél és elérésére minden eszközt felhasználnak. A hajtógép teljesítményének növelése nem mindig hatásos eszköz, mert ezzel a súly is nő, azért inkább az ellenállást, mégpedig nagy sebességek esetén a levegő ellenállását igyekeznek csökkenteni. Ezt a célt szolgálja az áramvonalazás, mely abból áll, hogy a levegővel érintkező részeket lehetőleg simára és olyan alakúra készítik, hogy a légáramlásban minél kisebb ellenállást okozzanak. Az áramvonalazás tehát nemcsak síma és tetszetős külső alakot ad egy járóműnek, hanem a motor teljesítményét is gazdaságosabban használja ki.

### KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS.

Bár a rómaiaknak már kitűnően épített útjaik voltak, az útépítés és a közúti közlekedés folyamatos fejlődése csak a XVIII. században indul meg. De a legnagyobb lökést a gépkocsi adja az útépítésnek, amikor a gyorsaság szempontja vezetőszeret kap. A vízi utakon és a vasutakon kívül a közutak a honvédelem pillérei. A rendszeresen megszervezett útépítés legszebb példái a német birodalmi autóutak. 1933—36-ig 1000 km autóutat építettek s ezekbe mérnöki tudásuk legjavát adták bele. Ez az első 1000 km 1T milliárd márkába került.

Amíg csak a lófogató kocsi használta az utakat, az nem támasztott nagy követelményeket a burkolattal szemben. Az autó terjedésével azonban a régi, rosszul épített utak már nem felelnek meg. Különösen a sebesség növelésére való törekvés serkenti az útépítést, de a forgalom növekedése is jobb burkolat építését vonja maga után. A föld-utaktól kezdve a beton-útig a karbantartás igen fontos szerepet játszik.



Hazánk úthálózatának fokozatos és rendszeres fejlesztése az egyik legfontosabb gazdasági és honvédelmi feladat, mert még sok községünk van, amelyek nagyobb esőzések után csak igen nehezen közelíthetők meg. Nálunk nemcsak az autókra, hanem a kocsikra is gondolni kell, mert teher szállításunk javarésze még mindig kocsikon bonyolódik le.

A közlekedési eszközök ősi fajtája, a lófogató kocsi, ma már erősen megritkult a világon, pedig nagyapáink úton csak azt használhatták. A gépkocsi néhány évtizedes fejlődésével nagyon megnyirbálta egyedulalmát. A fejlődés itt is a gőzgép feltalálásával indul meg s bár a Cugnot-féle gőzkocsi próbaútján fálnak ment és bedöntötte azt, mégis ez az első eredményes kísérlet. A gőzkocsi ezen a nyomon tovább alakul, de lényeges változást hoz a robbanómotor feltalálása 1860-ban. Ez a fejlődés iránya még a mai napig is. Az autó nagy sikerét a könnyű és nagyteljesítményű motor és a gumibroncsos kerék segítette elő. A sebesség aránylag rövid idő alatt sokszorosára növekszik s ma már, ahol az utak megengedik, mint Amerikában és Németországban láthatjuk, nem ritka a 100km/óra átlagsebesség sem.

A mai autó, bár lényegében ugyanaz, mint 40 évvel ezelőtt, mégis óriási fejlődésen ment át formáiban és belsejében. A gépkocsi lelke a robbanó motor, mely a közvetítő szerkezeteken keresztül a kerékre adja át energiáját. A motor leggyakoribb hajtóanyaga a benzin, de ezt ma a nyersolaj igyekszik kiszorítani különösen a teherautók és autóbuszok üzemében. A benzint természetesen hazai anyagokkal igyekeznek, ha nem is pótolni, de legalább hígítani. Így készül a motalkó, mely 80% benzin és 20% alkohol keveréke s tapasztalat szerint jól megállja a helyét. A nyersolaj nemcsak olcsóbb hajtóanyag, hanem a vele táplált Diesel-motor hatásfoka is jobb, tehát használata mindenképen gazdaságosabb. Sajnos azonban, ma még nem lehet olyan könnyű kivitelben elkészíteni, hogy személyautóra is felszerelhesük.

A világ olaj fogyasztása az autó elterjedése óta olyan rohamosan emelkedik, hogy kétséges, meddig bírják a Föld olajkészletei a termelés fokozását. A fogyasztás pl. Olaszországban 1914 óta évi 60.000 tonnáról 1936-ig 1 millió tonnára emelkedett. Mivel a nyersolaj termelésének körülbelül 2/3-a Amerikára esik, érthető, hogy a többi ország igyekszik pótolni az olajat. Az önellátás terén Németország jár elől, ahol barnaszén lepárlásával nagyban gyártanak benzint. Az így nyert benzin ugyanolyan jó, mint a nyersolajból készült, azonban jóval drágább. A pótlásnak egy másik módja a benzollal való keverés.

A nyersolajat egészen kiküszöböli a használatból az utóbbi időben sokat emlegetett gázaútó. Ennek lényege, hogy az autón elhelyezett gázgenerátor fejleszti a motor hajtóanyagát, mégpedig akár faszénből, akár a még olcsóbb barnaszénből. Nagy nehézségekkel kell megküzdeni, hogy a generátort a változó teljesítménynek megfelelő mennyiségű és minőségű gáz termelésére alkalmassá lehessen tenni s ez a törekvés ma már sikerrel jár. Egyelőre azonban még csak a teherautók és autóbuszok alakíthatók át gázüzemre, mert az elég nagy térfogatú generátor elhelyezése ott nem okoz gondot.

A motoron kívül az alváz és a kocsiszekrény (karosszéria) az autó főrészei. A motor fejlődési iránya a könnyebb kivitel felé hajlik s ez magával hozza a nagyobb fordulati számot, minthogy ugyanazt a teljesítményt nagyobb fordulati számmal kisebb méretekben érhetjük el. De ennek megvan a hátránya is: a motor élettartama csökken. Az anyagok és a gyártás tökéletesedése folytán azonban a mai autó üzembiztosabb, mint a régi volt. Az alvázon főként a rugózás javult. De legnagyobb változáson a kocsiszekrény ment át. Minthogy ez adja meg a kocsik külső alakját, ez van leginkább kitéve a divatnak. Legújabbán az áramvonalazás az autók alakjában is változást hoz s ezzel növelni lehet a sebességet a teljesítmény és a súly növekedése nélkül.

Nézzük most meg, hogyan készül a mai kor autója. Minthogy ma már az autó tömegcikk (nem rossz értelemben), ú. n. szalagrendszerrel vagyis folyamatos munkamenettel gyártható a leggazdaságosabban. A sorozatos gyártás több érből indul meg: külön szalagon gyártják a motort, a sebességváltót, a kormány szerkezetet stb. és mindezek az alvázat szerelő szalagba, mint folyamba torkollanak bele. Végül rárakják a kész kocsiszekrényt, felszerelik, a szalag végén pedig beül egy szerelő az autóba s elvezeti a kész kocsik közé. Az Opel-művek rüsselsheimi gyárában pl. 1937-ben 450 kocsit készült naponta ilyen módon, azaz — 8 órai munkaidő alatt — percenként egy kocsit hagyta el a szalagot. Mindez természetesen alapos szervezőmunkát és a részek pontos gyártását követeli.

Az autó üzeme olcsóbb, mint a vasúté, és nagy előnye, hogy háztól-házig szállít, mégpedig nagy tömeget és gyorsan. Ezt a versenyt a vasút csak úgy állhatja, ha a maga érdekkörébe vonja a gépkocsit és maga is felhasználja szállításra. Ahol azonban igen nagy tömegekről van szó, ott a vasút és olcsósága miatt a hajó is megállja a versenyt.

Az autókat hengerűrtartalmuk és teljesítményük jellemzi legjobban. A mai közepes személygépkocsi 15—50 lóerő teljesítményű és 0.5—2 liter űrtartalmú, a teherautók pedig átlag 40—100 lóerős motorral vannak ellátva. Ezeknél természetesen jóval nagyobbakat is gyártanak.

## NAGY VÁROSOK KÖZLEKEDÉSE.

Egészen különleges jellegzetességei vannak a nagy városok közlekedésének. Bár az eszközök nagyjából ugyanazok, mint amelyek a távolsági forgalomban is szerepelnek, mégis a városi közlekedés több okból egyedülálló. A város sajátossága, hogy sűrűn lakott, ennek megfelelően a közlekedési eszközök száma is nagy és így a biztonságra nagyobb gondot kell fordítani. Másik jellegzetessége a közlekedés hullámozása, mégpedig rendszerint naponkénti ismétlődéssel. Amikor ugyanis reggel, délben és este a dolgozó tömeg munkahelyére vagy onnan haza özönlik, a forgalom aránytalanul megnő a nap többi szakához képest. A közlekedési eszközöknek tehát ilyenkor nagy túlterhelést kell elbírnok.

A városok, mint tudjuk, nagy forgalmi gócpontokban keletkeznek, tehát egyrészt összegyűjtik a környék termékeit, másrészt szétosztják a város készítményeit. Ennek a célnak megfelelően a távolsági forgalom vonalait lehetőleg a város szívéhez közel kell hozni, ezzel szemben viszont a pályaudvarok a belső forgalmat zavarják, tehát nem helyezhetők el a belvárosban. A városi közlekedésnek bele kell kapcsolódnia a távolsági forgalomba, de ki kell elégítenie az egészen sajátos belső szükségleteket is.

A motoros közlekedés előretörése új követelményeket állít a városrendezésnek: széles utakat, jól lekerekített sarkokat kíván. És ezeket az elveket kell összhangba hozni a már meglévő és sokszor rendszertelen építkezéssel.

A városi közlekedés egyik legfontosabb tömegszállító eszköze a közúti villamos vasút, amely azonban nagy városokban a föld alá kerül és gyorsvasútként sokkal előkelőbb szerepet tölt be. A villamos gazdaságosabban használja ki a helyet, mint akár az autóbusz, akár az autó: pl. egy pótkocsival járó villamoson 0.5 m<sup>2</sup> utcaterület jut egy utasra, az autóbuszon ez a szám 0'81 m<sup>2</sup> és személyautóban 9.75 m<sup>2</sup>. Vagyis a személyautó utasa kétszer húszezren annyi helyet foglal el az utcából, mint a villamosé. Érthető tehát, hogy igen nagyforgalmú városokban az autó okozza a legtöbb gondot, legfőként pedig a megállás és várakozás. A legtöbb balesetet is a gépkocsik

okozzák: Az Egyesült Államokban pl. 1930-ban 32.000 halálos áldozatuk volt. Sok bajt okozhatnak a kerékpárosok is, ha nincs külön útsáv kijelölve számukra. Ezért, bár a szegényebb néprétegekre való tekintettel meg kell engedni a városban a kerékpározást, a nagyforgalmú útvonalakon ma már a közbiztonság szempontjából erősen korlátozzák.

A közúti vasút, az autóbusz és a trolleybusz a városi tömegszállítás eszközei. A villamost ma már a belső részekről igyekeznek kiszorítani, de pl. Budapesten még mindig vezetőszerepet visz gazdaságossága miatt. Az autóbusz ezzel szemben kötetlen pályájával és nagyobb sebességével állja a versenyt és mind nagyobb tért hódít. London, Berlin és Páris legfontosabb közlekedési eszköze az autóbusz. Berlinben pl. 1928-ban 342 km vonalhossza volt s ez 1938-ig 510 km-re növekedett. Nálunk még alig alkalmazzák a trolleybuszt, amely a villamos és az autóbusz között áll: nem olyan kötött, mint a villamos, költségei is a két másiké között vannak, azonkívül zajtalan, és nem szennyezi be a nagy város amúgyis egészségtelen levegőjét. A forgalom sűrűsége szerint a közlekedési eszközök sorrendje: villamos, trolleybusz és autóbusz s ez utóbbi a gyéresebb forgalom esetén gazdaságosabb, mint a másik kettő.

A gyorsvasút, amely távolabbi városrészeket köt össze, csak úgy teljesítheti hivatását, ha a föld alá kényszerül. Milliós városokban igen nagy a jelentősége: a párisi „Metró“ pl. 158 km-es vonalhosszán 1938-ban 850 millió utast szállított.

A közlekedésnek legfiatalabb ága a repülés, amely egészen új távlatokat nyit a fejlődés számára.

# LÉGI KÖZLEKEDÉS

ÍRTA  
RÁCZ ELEMÉR

## A LÉGI KÖZLEKEDÉS KIALAKULÁSA.

EZERKILENC SZÁZHÁROMBAN, Wrighték első sikeres felszállásával kezdődik a motoros repülés története. Az első évek többnyire egymástól és a nyilvánosságtól elszigetelt, törhetetlen pionirmunkában teltek el, 1908-ban Blériot átrepüli a La-Manche-csatornát és ezzel széles körök érdeklődését sikerül felkeltenie a repülés ügye iránt. A néhány év múlva kitört világháború rohamos fejlődést hozott, de a fejlődés irányát természetesen a hadi alkalmazhatóság szabta meg. A teljesítmények a repülőgépek sebessége, hatósugara és teherbírása tekintetében jelentősen megnövekedtek.

A repülőgépeknek hadicélokra való kiváló alkalmazhatóságát már a világháború is kellőképpen igazolta. Éppen ezért a háború befejezése után, különösen a győztes államok még fokozottabb energiával láttak hozzá repülőgépiparuk kiépítéséhez és hadi gépállományuk gyarapításához. Emellett azonban a repülőgépeknek a szárazföldi közlekedési eszközökénél már akkoriban is jóval nagyobb sebessége miatt, csakhamar felmerült az a gondolat, hogy a repülőgépet, mint leggyorsabb közlekedési eszközt, szolgálatba állítsák. Ezekben az államokban tehát, főként Franciaországban és az Egyesült Államokban, a légi közlekedés bevezetésének elsősorban gazdasági indító okai voltak.

A vesztes államok közül Németország volt az, amelyik a repülés ügyének rendkívüli fontosságát egy pillanatra sem tévesztette szem elől. Mivel a hadirepüléstől a versaillesi békeparancs eltiltotta, egyrészt a vitorlázó repülés igen nagymértékű kifejlesztésével, másrészt a légi közlekedés korai megindításával és légi hálózatának tervszerű, nagyarányú kiterjesztésével biztosította maga számára a repülés rohamos fejlődésében való részvételt. A fegyverkezési egyenjogúság kimondása után, a Német Légi Hansa ennek a céltudatos törekvésnek eredményeképpen a kiválóan kiképzett repülőgéppeve-

tők egész seregét bocsáthatta a Légi Erők rendelkezésére és a német repülőgépipar minden további nélkül áttérhetett a korszerű hadirepülőgépek gyártására. Németországban tehát a gazdasági szempontok mellett elsősorban politikai okokra vezethető vissza a légi közlekedés megindítása és nagyarányú fejlesztése.

Az első légiforgalmi vonal Németországban nyílt meg 1919 februárjában Berlin és Weimar között. Néhány napra rá egy francia érdekeltség is megindította forgalmi gépeit Párizs és London között, mindkét vonalon a levélpostaszolgálat felvételével.

Nagyobb fellendülés az 1925—26. évektől következett be, amikor a hadi- és forgalmi gépek fogalmát először különítették el egymástól és a gyárak megkezdték a kimondottan forgalmi célokra szolgáló gépek építését. Hadigépeknél legfontosabb követelmény a minél nagyobb teljesítmény, forgalmi gépeknél ezzel szemben — akár a teljesítmény rovására is — inkább az olcsóbb, de tartós építési mód, üzembiztonság, kényelmi követelmények, gazdaságos üzemi viszonyok az irányadó szempontok.

Különösen az Északamerikai Egyesült Államok fordított már ebben az időben is igen nagy gondot légi közlekedésének kiépítésére. Az egész repülésügy évi költségvetésének csaknem a felét juttatta a polgári repülés céljaira, míg az európai államokban a hadirepülésre fordított összegnek csak a tizedrészét áldozták a polgári repülésre. Ennek eredményeképpen a 20-as évek vége felé az Egyesült Államok légi közlekedése magasan felette állott az európai államokénak, s ezek csak a 30-as évek elején kezdtek hátrányos helyzetükön javítani, ekkor azonban olyan nagy lendülettel, hogy az évtized vége felé már teljesítmények tekintetében túl is szárnyalták Amerikát.

A légi közlekedés az első 20 éves időszakban, 1939-ig, különösen Közép- és Nyugat-Európában, valamint az Északamerikai Egyesült Államokban rendkívül nagy mértékben kifejlődött. A légi úthálózat kialakulására elsősorban a politikai tagoltság, a település sűrűsége, gazdasági és kulturális kapcsolatok, valamint az egyéb földi közlekedési eszközök hálózatának sűrűsége volt irányító befolyással. Európában minden gócpontból minden irányba szétágazó, sugaras elrendezésű légi úthálózat alakult ki, meglehetősen rövid útszakaszokkal, az erős politikai tagoltság és a minden irányban élénk gazdasági kapcsolatok jeléül. A nagy népsűrűség és az elsőrendű földi közlekedési viszonyok miatt a légiutak a fővárosokon kívül csak a nagyobb városokat érintik. Hogy az igen élénk gazdasági kapcsolatok mennyire fel tudják fokozni a légi közlekedés iránti keresletet, arra legjellem-

zőbb példa a Német Légi Hansa Berlin—Lipcse-i vonala, amely a kis távolság és az elsőrendű gyorsvonat! összeköttetés ellenére is egész Németország legforgalmasabb légivonala.

Az Egyesült Államokban, amely nagy kiterjedésű politikai egységet alkot, nagyjából egységes kultúrával, a keleti és nyugati vidékek között fejlődött ki erősebb gazdasági kapcsolat. Ennek megfelelően a légi úthálózat fővonalai is ezt az irányt követik több egymással párhuzamosan futó vonalal. Észak-déli irányban, eltekintve a tengerpartok felett vezető vonalaktól, sokkal kisebb mértékben fejlődött ki a légi közlekedés, noha ebben az irányban a vasútösszeköttetés is gyérebb. A távolságok s maguk az útszakaszok is jóval hosszabbak, mint Európában s így a földi közlekedési eszközökénél jelentősen nagyobb sebességből származó előny sokkal jobban érvényre jut. Nem utolsó sorban ez a körülmény vezetett az Egyesült Államok légi közlekedésének rohamos fejlődéséhez.

A repülőgépek tökéletesedésével, különösen a hatósugar megnövekedésével a gyarmatokkal rendelkező államok igyekeztek minél előbb megindítani transzkontinentális vonalaikat. Ezáltal lényegesen gyorsabb összeköttetést teremtettek az anyaország és a gyarmatok között, ami nemcsak gazdasági előnyökkel járt, hanem politikai és propagandaszempontról is igen nagy jelentőségű volt. Nevezetesebb transzkontinentális vonalak: az angolok indiai és ennek folytatásaképpen ausztráliai vonala, az egyiptomi és délafrikai angol légiutak, a franciák indokínai, szaharai vonalai, az utóbbi Madagascar végcéllal, a belgák Kongó-vidéki vonata, a hollandok batáviai vonala, Olaszország abesszíniái légi összeköttetése, a Német Légi Hansa kabuli vonala és az Egyesült Államok délamerikai vonalai. Mindezek a vonalak 1939 őszé óta, a háború miatt nagyrészt üzemén kívül állanak. A nagytávolságú gyarmati légiforgalomban is szembetűnően jelentkezik a nagy sebesség előnye. Jellemző a transzkontinentális légiforgalomra, hogy a földi közlekedési eszközök csaknem teljes hiánya folytán kifejlődött érdeklődés sok esetben lehetővé tette olyan kislakosságú helységeknél a légiforgalomba való bekapcsolását is, amelyek Európában, vagy az Egyesült Államokban szóba sem jöhetnének.

A légi közlekedés legnehezebb és még részben ma is megoldatlan problémája az óceánok feletti közlekedés bevezetése volt. Az óceánrepülés különleges műszaki nehézségeiről később emlékezünk meg.

A posta-, személy- és áruforgalom megoszlása a fejlődés folyamán állandóan változott. Először mindenütt a postaszolgálat indult meg. Később,

bizonyos kezdeti idő eltelte után, a gépek tökéletesedésével és a biztonság növekedésével a személyforgalom részéről is élénk kereslet jelentkezett a légiforgalom iránt. A személyforgalom rendszeres megindulását az 1926—27. évektől számíthatjuk. Néhány év múlva már jelentős mértékben meghaladta a postaforgalmat, de később, a postai pótdíjak leszállítása után, ez utóbbi ismét előretört. A forgalom megoszlását tehát a tarifapolitika is lényegesen befolyásolja. Legnehezebben az áruforgalom indult meg. A repülőgép a szárazföldi és vízi közlekedési eszközökénél lényegesen korlátozottabb befogadó-képessége miatt csak kistérfogatú, de nagyértékű és sürgős áruk szállítására vállalkozhat. A tömegáruk szállítását, amelyeknél a gyorsaság nem olyan lényeges, sohasem fogja elhódítani a földi közlekedési eszközöktől, de ez nem is célja. A légi közlekedés 1928 és 1938 közötti fejlődéséről a következő néhány adat nyújt nagy vonalakban tájékoztatást:

|                               | 1928.      | 1938.       |
|-------------------------------|------------|-------------|
| Úthálózat hossza km-ben ..... | 118.000    | 406.000     |
| Repült km .....               | 38.000.000 | 300.000.000 |
| Utások száma .....            | 212.000    | 3.300.000   |
| Posta tonnában .....          | 1.530      | 25.000      |
| Teheráru tonnában .....       | 5.250      | 45.000      |

*Magyar adatok:*

|                                   | 1927.   | 1940.   |
|-----------------------------------|---------|---------|
| Légi úthálózat hossza km-ben .... | 230     | 4.121   |
| Repült km .....                   | 170.616 | 805.156 |
| Utások száma .....                | 2.342   | 16.044  |
| Posta tonnában .....              | 23      | 91      |
| Áru tonnában .....                | 22      | 192     |

## A LÉGI KÖZLEKEDÉS MŰSZAKI KÉRDÉSEI.

A légi közlekedés legfontosabb előnye a gyorsaság. Hogy azonban ezt teljes mértékben érvényesíthesse, teljesítenie kell a minden közlekedésben egyaránt alapvető fontosságú rendszeresség és a minél nagyobb biztonság követelményét.

A rendszeresség legnagyobb akadálya az időjárási viszonyokban rejlik, meg kellett tehát oldani a rossz időjárási viszonyok közötti repülés kérdését, azaz biztosítani kellett az időjárástól független menetrend betarthatóságát.



A vihar, szél és eső ma már a nagy gépsúly és sebesség mellett nem okoz különösebb nehézséget. Mindenesetre zavarja a vezetőt a repülés tervszerű keresztülvitelében és az utasokra is kellemetlen hatással van, de alapjában véve nem akadály a mai forgalmi repülésben. Még az ilyenkor könnyen előforduló villámcsapás sem jelent nagyobb veszélyt, a sérülések eléggé jelentéktelenek, többnyire csak a repülőgép antennája pörkölődik le, magában a rádióberendezésben, vagy a gép egyes alkatrészeiben ritkábban keletkezik zavar. A mai gépek külső fémborítása jó elektromos vezetőképessége folytán megóvjá a gép berendezését és utasait nagyobb rombolásoktól.

Egyik legkellemetlenebb jelenség és a rendszeres forgalom fenntartásának egyik legnagyobb akadálya a jegesedés jelensége. Ha a repülőgép túlhűlt felhőben, vagy túlhűlt esőben repül, a túlhűlt cseppecskék az ütközés következtében a gép mellső részére, különösen a szárnyak elülső élére, a légsavarra stb. ráfagynak s nem ritkán tekintélyes rétegvastagságot érnek el. Ez több szempontból veszélyes. Először is növeli a gép súlyát, ami az amúgyis erősen megterhelt utasgépnél könnyen kellemetlen mértéket érhet el, a gép emelkedőképességét rendkívül lerontja s így a biztonságot is jelentősen csökkenti. De nem kevésbé hátrányos azért is, mivel a szárny aerodinamikailag helyes alakját elrontja, ami felhajtóerő-csökkenéssel és ellenállásnövekedéssel jár, akkor, amikor a súlynövekedés miatt éppen nagyobb felhajtóerőre lenne szükség.

A légsavarra ráfagyott jégdarabok a centrifugális erő hatására egyenlőtlenül letöredeznek, a légsavár kiegyensúlyozottsága megszűnik, a motor erős rázkódással jár, ami adott körülmények között veszedelmes méreteket ölthet. A jegesedés további veszélyei: a karburátor eljegesedése, a műszerek torlónyílásainak eldugulása s ezzel a műszerek helytelen jelzése, régebbi kivitelű gépeknél a kormányhuzalok befagyása a vezetékekbe. Még az antenna működését is hátrányosan befolyásolja a jegesedés.

A jegesedés elhárítására számtalan eljárást dolgoztak ki, de kielégítően még ma sincs megoldva ez a kérdés. Legjobb védekezés még mindig a jegesedési zónák elkerülése, mellette vagy fölébe repüléssel. Ehhez mindenesetre olyan repülőgép kell, amely rendelkezik a szükséges hatóságár-, de méginkább teljesítményfelesleggel, ami növeli a gép emelkedőképességét. A védekezésnek ez a módja sok esetben könnyen keresztülvihető, néha azonban a jegesedési veszéllyel fenyegető felhők oly nagy kiterjedésűek vízszintes és függőleges irányban is, hogy elkerülésük lehetetlen. Ekkor magában a felhőben kell a repülőgép vezetőjének a legkedvezőbb útvonalat meg-

keresnie. Ebben nagy segítségére van a repülés időjárásai szolgálata, amely ma már rendkívüli fontossága miatt minden repülőtéren be van vezetve. Innen kapja a repülőgép, mégpedig rádió útján, az időjárásai jelentéseket, a jegesedés, köd, vagy viharzónák helyét és kiterjedését, a szélirányokra és erősségekre, a légnyomásra s egyéb időjárásai adatokra vonatkozó közléseket.

A jégréteg keletkezésének megakadályozására, vagy a már keletkezett jégréteg eltávolítására szolgáló módszerek kémiai, mechanikus, vagy termikus elveken épülnek fel. A kémiai módszer abból áll, hogy a szárnyfelület mellső részét, légcsavart stb., tehát a jegesedésnek leginkább kitett részét valami kémiai anyaggal vonják be, ami megakadályozza a jégrétegnek a felületekre való tapadását. A mechanikus eljárás szerint vékony, kis légsűrítő segítségével ütemesen felfújható gumihártyával vonják be a szárny mellső élét, amely a keletkezett jégréteget lerepeszti. A kipuffogó gázok melegével is igyekeztek megakadályozni a jégréteg keletkezését, de mindegyik módszer, mint már említettük, mai állapotukban még nem oldják meg a kérdést teljesen kielégítő módon.

A nagy kiterjedésű köd, vagy felhő — még jegesedési veszély nélkül is — szintén nagy nehézséget jelent a rendszeres légiforgalomra. Ködben való repüléskor, amikor tehát a földdel való látási kapcsolat megszűnik, a repülőgép repülési helyzetének ellenőrzése, helyének megállapítása és irányítása lényegesen nehezebb feladatot hárít a vezetőre, mint jó látási viszonyok között. Huzamosabb ideig tartó ködben, vagy felhőben való repülésnél, különösen, ha — mint az az utóbbi esetben igen gyakori — a levegő erősen szellőkéses, az emberi fülben levő egyensúlyi érzékszerv megzavarodik, a vezető érzi ugyan, hogy a gép repülési helyzete nem helyes, de nem tudja, hol a baj. Ez a körülmény főképp a légi közlekedés első idejében okozott nagyobb nehézséget, ma már a pontos és megbízható műszerek egész raja tájékoztatja a vezetőt a gép helyzetéről. A látás nélküli kormányzás kényszerűségéből fejlődött ki a műszerek utáni, vagy vakrepülés. Ez ma már teljesen megoldott kérdés, naponta felmerülhet a föld bármelyik légi útvonalán. Mindenesetre igyekezni kell a műszerek célszerű elrendezésével és automatikus kormányzószervek alkalmazásával minél jobban tehermentesíteni a repülőgép vezetőjét. A repülőgép helyzetének műszerek segítségével történő ellenőrzése mellett igen fontos a repülőgép térbeli helyének és a repülési iránynak a megállapítása is. Ez rádióirányítás által történik. A repülőgép rádiójeleit több földi állomás felfogja, majd a rádióhullámok érkezési irányát egy térképre berajzolva, azok metszéspontja megadja a

repülőgép helyét. Ezt aztán az egyik állomás — szintén rádió útján — közli magával a repülőgéppel.

Legnagyobb nehézséget okoz a köd a leszállásban. A ködben, általában rossz látási viszonyok között való leszállást ugyancsak a repülőgép és a föld között meglévő rádiókapcsolat teszi lehetővé. Rádióhullámok vezetik a repülőgépet a repülőtér fölé és különböző, rádió útján adott jelek tájékoztatják a vezetőt a repülőgép pontos helyéről és arról a pillanatról, amikor a leszállás műveletét megkezdheti. Eleinte az úgynevezett ZZ-eljárás ez volt a leszállás megkezdhetőségének Morse-jele — volt használatos, az újabb és tökéletesebb (UKW) módszer irányított rövidhullámokkal dolgozik. Ha a repülőgép kitér a megállapított leszállási sávból, a gép vezetője pont- vagy vonaljeleket hall, amint balra, vagy jobbra tér ki. A helyes leszállási irányt az összefüggő monoton hang jelzi. Természetesen a ködben való sikeres leszállás előfeltétele a repülőgép személyzete és a földi személyzet közötti legteljesebb együttműködés.

A rossz látási viszonyok közötti repülést az a körülmény is lényegesen megnehezíti, hogy ma még nem áll rendelkezésre olyan műszer, amely a föld fölötti magasságot pontosan és megbízhatóan megadná. A repülőgépekbe beépített barometrikus magasságmérők ugyanis a tengerszint fölötti magasságot mutatják. Ez a kérdés nagy magasságban való repüléskor, vagy jó látási viszonyok között nem okoz különösebb gondot. Rendkívüli fontosságúvá válik azonban akkor, amikor a gép ködben akar leszállni, vagy a földtől, esetleg hegységektől nem nagy magasságban lévő felhőrétegen akar áttörni a földdel való látási kapcsolat megteremtésére.

A geodetikus magasság mérésére számtalan műszer és eszköz van használatban vagy kipróbálás alatt, de egyik sem véglegesen kielégítő. Az akusztikai, vagy elektroakusztikai módszer a föld felületéről visszaverődő hanghullámokon alapszik. Működését a motor és egyéb zaj erősen zavarja és az is károsan befolyásolja, hogy a repülési sebesség és hangsebesség között nincs nagyságrendi különbség. A repülőgép egyes alkatrészeiből kialakított kondenzátor kapacitásának a földhöz való közeledéskor bekövetkező változásával is igyekeztek megállapítani a föld fölötti magasságot, de ez az eljárás sem bizonyult elég pontosnak és a mérhető távolság is túlságosan kicsi. Nagyfrekvenciájú elektromos energia visszaverődésekor keletkező állóhullámokkal is próbálkoztak, de ezzel a meglehetősen körülményes módszerrel sem értek el kielégítő eredményt. További kísérletekre van tehát még szükség, mivel a légi közlekedés fejlődésével, a rossz időben végzett

repülések állandó szaporodása miatt e feladat végleges megoldása nem várthat sokáig magára.

Az időjárás káros befolyásától legegyszerűbben meg lehetne szabadítani a légi közlekedést olyan nagy magasságban való, úgynevezett „időjárás fölötti“ repüléssel, ahol már a kellemetlen időjárási jelenségek, mint felhő-, ködképződés stb. nem jelentkeznek. A magassági repülésnek még egy másik nem kevésbé jelentős előnye is lenne. A levegő sűrűsége ugyanis a magassággal csökken, ami maga után vonja a repülőgép légellenállásának a csökkenését is, tehát ugyanazon motorteljesítmény mellett a gép sebessége nagyobb lesz, a hatósugár egyidejű növekedésével. Azaz a repülés gazdaságosabb lesz: a kilométerenkint elhasználandó üzemanyag mennyisége kevesebb. 11 km magasságban repülve például 50%-kal megszűbb és egyszersmind 40%-kal gyorsabban repülne a gép, mint földközben. A légi forgalom jelenleg kb. 3000 m magasságig bonyolódik le, csak magasabb hegységek (Alpok, Andesek) feletti repülésnél kell 4000 m-ig felmenni.

A magassági repüléssel kínálkozó előnyöket azonban a vele kapcsolatos műszaki nehézségek miatt, sajnos, ma még nem tudjuk teljes mértékben kihasználni. A nehézségek mind két okra: a légsűrűség (s vele az oxigénmennyiség) és hőmérséklet csökkenésére vezethetők vissza. A légsűrűség csökkenésével a motor teljesítménye is jelentős mértékben csökken, ezért nagy magasságban való repüléshez légsűrítővel ellátott, ú. n. magassági motorra van szükség. Ez nem jelent különös nehézséget, mert a tervezőnek ma már a legkifogástalanabbul működő magassági motorok állanak rendelkezésére.

Az emberi szervezetre a nagy magasság hatása a fizikai és szellemi munkaképesség csökkenésében jelentkezik. 4000 m-en felül már nem tanácsos segédberendezések nélkül huzamosabb ideig tartózkodni. A hadirepülésben bevált légzőkészülék és elektromosan fűthető ruha, vagy a búváröltönyhöz hasonlóan működő ú. n. „magassági öltöny“ a forgalmi repülésben, az utasok kényelmének veszélyeztetése miatt, nem kerülhetnek alkalmazásra. De egyébként sem elég csak a földi hőmérséklet és nyomás fenntartása, hanem más tényezőket, mint légnedvesség, szénadtartalom stb., is figyelembe kell venni, azaz a földi klimatikus viszonyokat kell minél „élet-hűbben“ előállítani. A legjárhatóbb út ennek elérésére a vezetőket és utasokat magába foglaló, légmentesen zárható utasfülke, amelyet kb. 2—3 km magasságnak megfelelő nyomás alatt tartanak. A normális utasfülkével

szemben így előálló lényeges súly és előállítási költségtöbblet mellett még egyéb hátrányok is jelentkeznek. A kormány, gáz és egyéb rudazatokat tömítő szelencén át kell vezetni és gondoskodni kell a nagy hőmérsékleti határok miatt fellépő hosszváltozások kiegyenlítéséről is. Az utasfülke nyomását és szellőzését szabályozni kell tudni, a szellőző levegőt meg kell tisztítani a légsűrítőből származó olajködtől. Nehézségek merülnek fel a kenésben is, sőt a hűtés is — a jóval alacsonyabb hőmérséklet és nagyobb sebesség ellenére is — a kis légsűrűség miatt Csökkentett hatású. Emiatt a lég-hűtéses motorok alkalmazhatósága erősen korlátozott is a magassági repülésben. Mindezek a nehézségek ma még nagymértékben hátráltatják a magassági repülés bevezetését, ami amúgyis csak a nagytávolságú légivonalakon jöhetne számításba.

Talán egyik közlekedési eszköznel sem jelentkezik a biztonság kérdése olyan élesen, mint éppen a légiforgalomban. Csak ennek állandó növekedése tudta legyőzni azt az idegenkedést, ami a légi közlekedés első éveiben az utasforgalom fellendülését annyira hátráltatta. Kezdetől fogva legkisebb hibaforrás volt maga a sárkány. A légi közlekedés egész történetében csak a legkritikább esetben fordult elő, hogy a kedvezőtlen körülmények véletlen összejátéka folytán — többnyire rezgési jelenségek kíséretében — valamely gép szárnya, kormányfelülete stb. letört. A fejlődés folyamán kidolgozott újabb méretezési és szerkesztési eljárások e tekintetben is tovább növelték a biztonságot. A motor már lényegesen nagyobb szerepet játszott a balesetek előidézésében, különösen a légi közlekedés első éveiben. A motortechnikának a 20-as évek vége felé bekövetkezett rohamos fejlődése a maga részéről is a legkedvezőbben befolyásolta a repülés biztonságát. A hajtóműnek több egységre való megosztása egyszersmind a hibaforrások megtöbbszöröződését is jelenti. A biztonság tehát csak az esetben növekszik ezáltal, ha a motorok nagyobbik felének kihagyása esetén a repülőgép — habár csökkent teljesítményekkel — még üzemképes marad olyan értelemben, hogy kisebb terepakadályok fölött is el tud jutni a legközelebbi repülőtérré vagy kényszerleszállóhelyre. Ma a helyzet valóban az, hogy a balesetek igen nagy százaléka a rossz időjárási és látási viszonyok között végrehajtott és a nagy sebesség által jelentősen megnehezített leszállások alkalmával jön létre. Az üzembiztos repülőgép és a leggyakorlottabb repülőszemélyzet mellett is tehát nem utolsó sorban a földi személyzet képzettségén és lelkiismeretes munkáján múlik a forgalmi repülés biztonsága.

## GAZDASÁGOSSÁGI SZEMPONTOK.

Noha a világ összes légitársaságai közül ma még talán egyik sem működik gazdaságosan, azaz a bevételek nem fedezik teljes mértékben a kiadásokat, az utolsó tíz év folyamán e tekintetben is számottevő javulás következett be. A gazdaságosság növekedése elsősorban a biztonság és a repülési teljesítmények nagyarányú fejlődése folytán a légitranszport iránt jelentkező élénk érdeklődés következménye volt. Érdemes itt egy pár pillantást vetni a repülés kérdésének arra a bámulatatos ütemű fejlődésére, amely a tudomány és ipar nagyszabású, vállvetett munkája folytán a világháború utáni két évtized alatt következett be.

A 20-as években inkább a motorteknika fejlődése volt nagyobb arányú: a motorok üzembiztonsága növekedett, az egy lóerőre eső súly lényegesen kisebb lett, nagyteljesítményű, könnyű motorok hagyták el a gyárakat. A motorok homlokfelületét is csökkentették, ami maga után vonta a légellenállás csökkenését is. A légsűrítők bevezetésével a nagyobb magasságban való repülésre is alkalmas motorokat állítottak elő. Az állítható légcsavarok lehetővé tették a motorteljesítmény jobb kihasználását és a motoroknak a különböző üzemi viszonyokhoz való könnyebb alkalmazkodását.

A motorteknikának ez a fejlődése nagymértékben hozzájárult a repülőgépek sebességének növeléséhez, ami a fejlődés folyamán tulajdonképpen a leginkább szem előtt tartott cél volt. Sokkal hatásosabban lehetett azonban növelni a sebességet a sárkány légellenállásának csökkentése által. A gép-szerkesztők legközelebbi célja tehát, főként a 30-as évek folyamán a repülőgép külső alakjának a beható aerodinamikai kutatások eredményei alapján végrehajtott kifinomítása volt. A nagy légellenállást okozó kitámasztó dúcok, merevítő huzalok eltűntek, hogy helyet adjanak a szabadonhordó, lesimított, „áramvonalas“ építési módnak. Erre különösen az újabb méretezési eljárások s a héjszerkezetek fokozottabb mértékben való alkalmazása adott módot. A behúzzható futómű és farokkerék, amit minden modern gépen megtalálunk, a légellenállás csökkentése által szintén a sebesség növelését célozzák. A jelentékenyen megnövekedett sebesség bizonyos nehézségeket okozott a fel- és leszállásban, amit a réseltszárny és fékszárny alkalmazásával igyekeztek megszüntetni. A hatalmas tempójú fejlődés eredményeképpen az 1921. évi 260 km/ó legnagyobb sebesség 1938-ban már kerekén 750 km/ó-ra növekedett, akkor, amikor a hajók sebessége egy emberöltő alatt 45 km/ó-ról mindössze 55 km/ó-ra tudott csak emelkedni.

A légi közlekedés azonban nem használja ki teljes mértékben az elért eredményeket. Míg a modern bombázó gépek 500—550 km/ó sebességgel repülnek, a velük körülbelül egyenlő nagyságrendű forgalmi gépek megelégszenek 350, legfeljebb 400 km/ó sebességgel. Ennek legfőbb oka gazdasági természetű: a nagyobb sebesség fokozódó üzemanyag-fogyasztást jelent, ami a repülés gazdaságosságát károsan befolyásolja. Az üzemanyag kímélése az önköltség csökkentésén kívül másik előnnyel is jár: a gép hatósugara nagyobb lesz. A hatósugár növekedése megint kedvezően befolyásolja a repülés biztonságát, mivel kedvezőtlen szélirányok és rossz időjárási viszonyok lényegesen meghosszabbíthatják a repülés időtartamát. A kisebb sebességet a motorok erős fojtásával érik el, ami kíméli a motorokat, növeli azok élettartamát és nagy teljesítményfelesleget biztosít.

Az üzemanyag-fogyasztás csökkentése kezdettől fogva elsőrendű feladatot jelentett a légiforgalmi társaságok részére, önműködő benzin-levegőkeverék-szabályozó alkalmazásával és a berepülő útvonálnak a szélviszonyok és más meteorológiai tényezők gondos figyelembevételével történő részletes kijelölése által sikerült is számottevő megtakarítást elérni. Természetesen a motorok tökéletesítése folyamán is elsőrendű szempont volt a fogyasztás csökkentése, a kezdeti 240—250 gr/LE óra fogyasztást sikerült 200—210 gr/LE órára leszorítani. A Diesel-motorok fogyasztása még kevesebb: 165—170 gr/LE óra, emiatt különösen nagytávolságú útvonalon igen előnyös a Diesel-motorok alkalmazása. Végeredményben az utolsó 10 év alatt az aerodinamikai és konstrukciós fejlődés nyomán az üzemanyag-fogyasztás 1'58 l-ről 0.68 l-re csökkent haszon tonnakilométerenkint, noha a sebesség ugyanakkor az átlagos 180 km/órától kb. 320km/órára növekedett.

Az útvonal létesítése szempontjából a légi közlekedés meglehetősen kedvező helyzetben van, amennyiben a légi útvonal létesítése nagyobbára csak a repülőterek berendezéséből áll. Különösen áll ez — a közbelső leszállóhelyek csekély száma miatt — az óceánrepülésre. A fejlődés folyamán a repülőterek és a biztonsági berendezések fokozottabb kiépítése miatt a létesítési költség számottevően növekedett ugyan, de így is jelenleg egy közepes hosszúságú kontinentális légiút létesítési költsége egy kétvágányú vasút, vagy két nyomtávú autótút létesítési költségének körülbelül a huszonötöd része.

A gépek beszerzési költsége a fejlődés folyamán szintén jelentősen emelkedett, aminek az oka egyrészt a felszerelés tökéletesítésében, másrészt a kényelmi szempontok fokozottabb mértékű kielégítésében keresendő.

A rossz időjárási viszonyok között végrehajtott repülések állandó szaporodása miatt a gépek felszerelését vakrepüléshez szükséges műszerekkel, rádió és egyéb biztonsági berendezésekkel kellett mind nagyobb mértékben teljessé tenni. Az utasok kényelme, különösen a zaj elleni küzdelem igen fontosnak bizonyult a légi közlekedés gazdaságossága tekintetében. Egy amerikai légiforgalmi társaság vizsgálódásai szerint ugyanis a leginkább a zaj hatásából származó légi betegség tartotta vissza az utasok nagy többségét a repülőgépen való ismételt utazástól. Ma már zajszigetelő réteggel burkolják az utasfülke falát, igen nagy gondot fordítanak az állandó szellőztetésre, egyenletes hőmérsékletre, nagyobb távolságú légivonalakon konyha- és mosdóhelyiségek berendezésével igyekeznek minél kellemesebbé tenni a repülőgépen való utazást. Mindez természetesen lényeges súly- és költség-többlettel jár.

A beszerzési költségek csökkentése a miatt is rendkívül fontos, mivel a repülőgépek aránylag rövid élettartama miatt az amortizációs költségek igen jelentékenyek. Az előállítási költségeket a sorozatgyártás bevezetésével s a gyártási készülékek és normáliák minél nagyobb mértékű alkalmazásával kell majd csökkenteni. Komoly sorozatgyártásra eddig a forgalmi gépek előállításában nem került sor. hiszen a világ összes forgalmi gépeinek száma 1938-ban még nem érte el egészen a 2000-t sem. Remélhető, hogy azoknak a részletes gyártási tapasztalatoknak, amelyekre a gyárak jelenleg a hadigépek igen nagy sorozatokban való gyártásánál tesznek szert, a forgalmi repülés is hasznát fogja látni.

*Óceánrepülés.* A légi közlekedés legfontosabb, de egyben legnehezebb feladata az óceánok feletti forgalom rendszeresítése. A repülőgépek nagy sebessége a szárazföldi közlekedési eszközöknél is lassúbb hajózással szemben még fokozottabb mértékben érvényesül. 5—6 nap helyett egynapi közelségbe hozza az európai és amerikai civilizációt egymáshoz. A légi közlekedés gazdaságossága is növekszik az óceáni forgalomban.

Az óceáni forgalom nehézségei a leszállás nélkül berepülendő nagy távolságokkal és a szélsőséges időjárási viszonyokkal állanak összefüggésben. A nagy távolság és a rendkívül erős széljárások miatt igen nagy<sup>7</sup> hatósugarú gépekre van szükség, hatalmas mennyiségű üzemanyaggal. A hosszabb ideig tartó út a kényelmi szempontok kielégítésében is fokozottabb feladatot ró a tervezőre. Jelentős mértékben meg kell növelni az egy utasra eső utasfülke térfogatát, mivel nagyobb mozgási, sőt alvási lehetőségről is gondoskodni kell. Ezek miatt az óceánrepülőgép jellegzetesen nagyterhelésű gép, amely-



nek a felszállási nehézségei nem csekélyek. 2000 km-en felüli távolságokra a rádióhíradás rövid hullámok segítségével sikerül ugyan, de a rádióirányítás még megoldatlan.

Az óceánrepülés három nagy feladata: az Északi- és Déli-Atlanti, valamint a Csendes-Oceán feletti légi forgalom rendszeresítése.

A Dél-Atlanti óceán feletti légiót, amely a nyugatafrikai partok érintésével Natalba vezet, 1934 óta van üzemben. A nehézségek ezen a vonalon a legcsekélyebbek. Erős trópusi esők és zivatarok zavarják ugyan néha a rádióvételt, de különösebb akadályt nem jelentenek. A szélviszonyok is kedvezőek. úgyhogy a légi forgalmat egész éven át zavartalanul fenn lehet tartani.

A csendesóceáni légi útvonalon, amely San Franciskót Honolulu — Midway—Wake—Guam—Manilán keresztül Hongkonggal köti össze, már valamivel kedvezőtlenebbek a szélviszonyok és a leszállás nélkül berepülő távolság is nagyobb (San Franciskó—Honolulu 3800 km a Dél-Atlanti óceán fölötti 3000 km-rel szemben). Ezen a vonalon 1935 óta közlekednek a repülőgépek, amelyek főként postaforgalmat bonyolítanak le.

Legnehezebb feladat volt az Észak-Atlanti óceán fölötti légi közlekedés rendszeresítése. Itt két útvonalon próbálkoztak: az időjárási viszonyok által rendkívül megnehezített, de rövidebb Berlin—New-York vonalon és a délebbre fekvő, hosszabb Lissabon—Azori szigetek—Bermudák—New-York útvonalon. Az előbbit kiterjedt köd és jegesedési vidékek teszik az év nagy részében teljesen járhatatlanná. A délebbi útvonalon rendkívül erős, viharos szelek, amelyeknek a sebessége nem ritkán a 100 km'órát is meghaladja, támasztanak szokatlanul nehéz feladatot a légi közlekedésben. 1936-tól 1938-ig az Észak-Atlanti óceán felett még csak kísérleti repülések folytak, de 1939 második felében a Pan American Airways a délebbi útvonalon már megindította a posta- és utasforgalmat.

Hogy az óceánforgalomban a repülő csónakok (clipperek) vagy a szárazföldi gépek fognak-e inkább beválni, most még nem lehet végérvényesen eldönteni. Ma leginkább négymotoros repülőcsónakok bonyolítják le a forgalmat, de hogy a szárazföldi gépek is alkalmasak az óceán fölötti repülésre, azt a német, szintén négymotoros „Condor“ típusú szárazföldi gép 1938 nyarán végzett Berlin—New-York és New-York—Berlin repülései is igazolják.

Vízigépeknél a nagy terhelésből adódó felszállási nehézségeken a rendelkezésre álló korlátlan kiterjedésű vízfelület enyhít valamelyest, míg a repülőterek aránylag kis mérete a körülötte emelkedő magasabb épületekkel, gyárkéményekkel stb. sokszor leküzdhetetlen akadályt jelentenek a nagyterhe-

fésű szárazföldi gépek felszállásában. Légellenállás és súly szempontjából a vízigép hátrányosabb helyzetben van, mivel az úszótest kialakításánál hidrodinamikai szempontokat is figyelembe kell venni s így az áramvonalazást nem lehet olyan mértékben végrehajtani, mint a szárazföldi gépeknél. E miatt a vízigép sebessége valamivel kisebb is, mint a szárazföldi gépé.

Az óceáni légi forgalomban igen használhatónak bizonyult a léghajó is, noha a sebessége csak körülbelül a fele a repülőgépeknek. Az óceánok fölötti léghajóforgalmat csak a német Légi Hansa vezette be, a „Graf Zeppelin“ és „Hindenburg“ léghajók 1928 és 1936 között 173-szor repültek át a Déli-, majd az Észak-Atlanti óceánt. A biztonság kívánatos mértékét azonban csak a léghajóknak hidrogén helyett héliumgázzal való töltésével lehetett volna elérni. Ennek szállítását azonban az Egyesült Államok, ahol egyedül nyernek nagyobb mennyiségben héliumgázt, Németország részére megtagadta. Így a „Hindenburg“ léghajónak 1937 tavaszán Lakehurstba való megérkezésekor bekövetkezett tragikus elérése után az óceáni léghajóforgalom teljesen megszűnt.

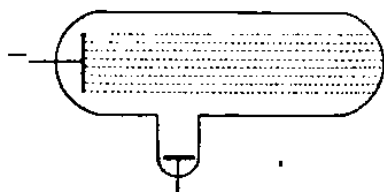
# A KOZMIKUS SUGÁRZÁS

ÍRTA  
TANGL KÁROLY

^^\OLT IDÓ, mikor a fizikusok csak egyféle sugárzást ismertek, azt, amelyik fényforrásokból indul ki. Azt mondták, hogy a napból, csillagokból, lámpából fényugarak indulnak ki, terjednek tovább. Megkülönböztettek különböző színű sugarakat, például fehéret, vöröset, zöldet stb. Sokáig úgy gondolták, hogy a fényugár mentén rendkívül finom, a testeket átjáró súlyamérhetetlen anyag, az *éter* rezgései terjednek tovább. Manapság az a felfogás lett úrrá, hogy a fényugár mentén elektromágneses rezgés terjed tovább, vagyis a fényugár elektromágneses hullám. Az egyes színek rezgésszámában különböznek egymástól: a vörösben a rezgések kevésbé szaporák, mint a kékben. Azután rájöttek, hogy a fényforrásokból más sugarak is indulnak ki, melyek szemünkbe jutva nem keltenek fényérzetet, de jelenlétüket kimutathatjuk azzal, hogy melegítenek, vagy például fényképezőlemezre nyomot hagynak. Ezek az *ultravörös* és *ultraibolya* sugarak. Ugyanolyan természetűek, mint a fényugarak, azaz elektromágneses rezgések, csak hogy az ultravörös sugárban a rezgések sokkal kevésbé szaporák, mint a vörös fényben, az ultraibolyában pedig sokkal szaporábbak, mint az ibolyafényben. A rádió leadó-antennájából is elektromágneses rezgések indulnak ki, melyek rezgésszáma még sokkal kevésbé szaporá, mint az ultravörös sugaraké. Az ultraibolya rezgéseknél szaporább elektromágneses rezgésekből állanak a *Röntgen-sugarak* és a radioaktív anyagok sugárzásában található *ú. n. y* (gamma) sugarak.

Mindeme sokféle sugárnak közös vonása, hogy mindegyik elektromágneses hullám, mindegyik egyforma sebességgel, a fény sebességével terjed tova, egymástól csupán a rezgésszámában, illetve a hullámhosszban különböznek.

De találtak a fizikusok más természetű sugarakat is, pl. a katódsugarakat. Erősen légritkított üvegcsőbe két drót vezet be, melyek lemezben végződnek a csőben, elektródoknak hívják őket (1. ábra). Nagyfeszültségű elektromos



1. ábra.

telep két sarkához kötjük őket, akkor a ritkított levegőn elektromos kisülés megy át. Eközben a katódról — a telep negatív sarkával összekötött elektródról — halványkékes sugarak indulnak ki, melyek a katóddal szemben fekvő üvegfalat érik s azt zöldes fényben világitásra gerjesztik. E sugarakat a mágnes eltéríti úgy, mintha bennük elektromos áram ha-

ladna a katód felé. Ez a kísérlet is mutatja, hogy e sugarak merőben más természetűek, mint a fénysugarak, hisz utóbbiakat a mágnes egyáltalában nem téríti el. A katódsugarak összes észlelt tulajdonsága összhangban van azzal az elmélettel, hogy bennök igen apró anyagi részecskék mozognak, a katódról elirányított igen nagy sebességgel. E részecskék, korpuszkulák mindegyike egyforma nagyságú negatív elektromos töltést visz magával. Minden korpuszkulának tömege kereken 1850-szer kisebb, mint egy hidrogénatom tömege, töltése pedig az a legkisebb töltés, mely egyáltalában található a természetben, a töltés ú. n. elemi mennyisége, mely mint az elektromos töltés atomja fogható fel. E korpuszkula neve: *elektron*. A katódsugár eszerint nagysebességű elektronokból, negatív töltésű korpuszkulákból áll; ezért nevezik korpuszkuláris sugárzásnak. Ugyanilyen sugarak a radioaktív anyagokból kilövelt  $\beta$  (béta) sugarak, ezek is elektronokból állanak, sebességük nagyobb, mint a katódsugaraké. Korpuszkuláris sugarak a radioaktív anyagokból kilövelt ú. n.  $\alpha$  (alfa) sugarak is, csak hogy nem negatív, hanem pozitív töltést visznek magukkal, tömegük pedig egyenlő a hélium atom tömegével. Pozitív töltésű korpuszkulákból állanak az ú. n. csősugarak is, tömegük olyan, mint a kémiai elemek atomjaié.

A röviden felsorolt sugárzások természetük szerint két nagy csoportba sorolhatók: ú. m. *elektromágneses* és *korpuszkuláris* sugárzások csoportjába. Az elektromágneses sugarak különbözhetnek egymástól rezgésszámban és erősségben, a korpuszkuláris sugarak a korpuszkulák tömegében, elektromos töltésében, sebességében és számában. Meg kellett ismernünk e sugárzásokat, hogy megértsük a kozmikus sugarak vizsgálatában fellépő ama kérdést, vajjon milyen természetűek e sugarak: elektromágneses vagy korpuszkuláris

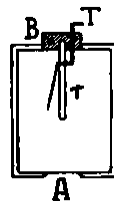
sugarak-e? Megjegyzendő azonban, hogy modern felfogás szerint a kétféle sugárzás közt nincs ilyen éles különbség. *Planck* német fizikustól származik az a rendkívül termékenynek bizonyult gondolat, hogy az elektromágneses sugárzás, pl. a fény kibocsátása sem történik folytonosan, hanem meghatározott nagyságú különálló adagokban. Minden adag a sugárzás hullámhosszára jellemző energiával, ú. n. energiakvantummal egyenlő. Úgy is szemléltethetnek a sugárzás szerkezetét, hogy különálló energiaceppekből áll, melyek fénysebességgel terjednek tovább? Egy-egy ilyen energiaceppet fotonnak neveznek. A fizikusok a sugárzás jelenségének leírására kénytelenek voltak felvenni, hogy a foton, bár tiszta energiából áll, mégis úgy viselkedik, mintha tömege is volna. De akkor a fotont is korpuszkulának tekinthetjük, mert megvan a korpuszkula két jellemző tulajdonsága: különváltsága és tömege.

A fénysugarakat észrevevesszük azzal, hogy szemünkben fényérzetet keltenek. A többi felsorolt sugár ezt nem teszi; akkor hát hogyan vesszük észre őket? A rádióban használt elektromágneses hullámokat a felvevőkészülék árulja el. A fénysugarakat észrevehetjük még fényképezőlemezen, melyen feketedést okoznak; az ultraibolya, a Röntgen-sugarak és a  $\gamma$  sugarak ugyanúgy hatnak a fényképezőlemezre, mint a látható fény, tehát ezzel vehetjük őket észre. De ugyanígy hatnak a fényérzékeny lemezre a katód, az  $\alpha$  és  $\beta$  sugarak is, általában a korpuszkuláris sugarak, ha elektromos töltésük van a korpuszkuláknak. Azt mondhatnám, eme sugarakra a fotografiai lemez a szem, mely észreveszi őket.

Észrevehetjük a sugarakat azzal is, hogy sok anyagot fénykibocsátásra készítetnek; azt mondjuk, ezen anyagok foszforeszkálnak a sugarak hatása alatt. Ilyen pl. a cinkszulfid, bárium platincianür.

Észrevehetjük végre a sugarakat a vizsgálatuk szempontjából igen fontos hatásuk révén: a levegőt, vagy más gázt vezetővé teszik, ha rajtuk áthaladnak. A gázok jó elektromos szigetelők. Zárt fémedénybe (2. ábra), a  $B$  jól szigetelő borostyándugón át fémpálca ( $r$ ) ér, végén aranyfüst lemezkével. A fémedényt levezetjük a földbe, a fémpálcának  $T$  karon át töltést adunk, mire az aranyfüstlemez szétágazik.

Ez az *elektrométer* töltését sokáig {órák hosszat) változatlanul megtartja, jeléül annak, hogy a levegő jól szigetel. Ha azonban az edény  $A$  ablakán át a,  $B$ ,  $G$ , vagy Röntgen-sugárt engedünk be, az aranyfüstlemez kisebb-nagyobb



2. ábra.

sebességgel összeesik, töltését elveszti és pedig amiatt, mert az edényben levő levegő a sugárzás hatása alatt vezetővé vált, s az edény falához vezet a töltést.

Mi történt a levegővel, hogy a beeső sugarak hatására vezetővé vált? A fizikusok azt mondják: a levegőmolekulák a sugarak hatására egy-egy elektront adnak le; ezzel a molekula megmaradó része pozitív töltésű lesz, a felszabadult elektron más molekulához szegődik, mely ezzel negatív töltést kap. Az olyan molekulát, melynek pozitív vagy negatív töltése van, ionnak nevezzük s azt mondjuk, a levegőt a sugarak ionizálják. Az ionok az edényben elektromos térben vannak, azaz erő hat rájuk, hisz az aranyfüstnek — tegyük fel — pozitív töltése, a levezetett edényfalnak negatív töltése van, a negatív ionokat az aranyfüst, a pozitívakat a fal vonzza. A negatív ionok az aranyfűsthöz jutnak, leadják neki töltésüket, s ezzel az aranyfüst pozitív töltését kisebbitik. így veszi el az aranyfüst töltését ionizált levegőben.

A leírt egyszerű eszköz az ú. n. ionizációs kamra legegyszerűbb alakja, vele az ionizáció erőssége is mérhető: ha a levegőben több ion van, az elektrométer gyorsabban veszti el töltését.

A fizikusok csakhamar észrevették, hogy az elektrométer aranyfüstje, bármilyen gondosan szigetelték is az edény falától, lassan mégis veszít a töltéséből. Az előbbieken alapján ezt annak tulajdonítják, hogy a levegő kis mértékben mindig ionizálva van. Vájjon mi okozza a légkör eme állandó ionizációját? A föld tartalmaz radioaktív anyagokat, melyekből állandóan  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  sugarak jutnak a levegőbe s azt ionizálják. A levegőbe kerülnek a föld radioaktív anyagjainak bomlási termékei, így pl. az emanációnak nevezett gázalakú termék, mely szintén radioaktív. Ionizálják a levegőt a kamrában, az edény falában lévő radioaktív anyagok nyomai is.

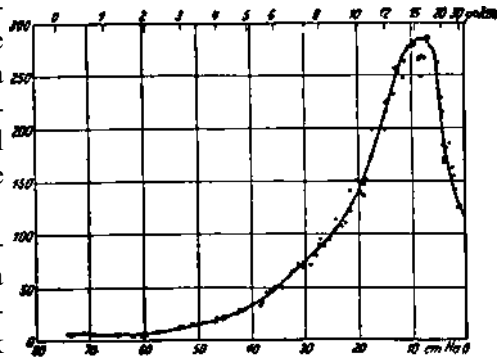
Ha a levegő állandó ionizációját a fent felsorolt tényezők okozzák akkor a föld felszínétől nagyobb távolságokban, azaz nagyobb magasságokban a levegő ionizációjának csökkennie kell. Ezért felszálló léggömbökben mérték többen a levegő ionizációjának változását. Különösen nevezetesen Hess ilyenfajta mérései, 5000 méter magasságig, 1912-ben, melyek meglepő eredményre vezettek: az ionizáció lényegesen nagyobb 5000 m magasságban, mint a föld felszínén, az ionizáció erősödik, ha a föld színe fölé emelkedünk. Azóta számosan mértek ionizációs kamrával és koincidencia berendezéssel (lásd később) jóval nagyobb magasságokig is. Léggömbben felszálltak 18 km-ig, regisztráló léggömbbel, mely csak mérőműszert visz magával, de

észlelőt nem, 35 km magasságot is elértek (*Regener*). Mindezen mérések eredményét egy görbével szemléltethetjük (3. ábra). Vízszintes irányban felmérjük a légnyomást az illető magasságban (jobbra csökken a légnyomás, növekszik a tengerszint feletti magasság), a függélyes irányban pedig felrakjuk a sugárzás erősségét (önkéntes egységekben). Nevezetes, hogy 8 cm higanynyomáson, azaz kb. 16 km magasságban az ionizáció erőssége maximumot mutat, még nagyobb magasságban a sugárzás erőssége ismét csökken. A görbét folytathatjuk az észleléseken túl is az atmoszféra határáig, nulla légnyomásig, ott is van egy bizonyos ionizáció, sugárzási intenzitás.

Az elmondott kísérletek eredménye sehogy sem egyeztethető össze azzal, hogy a levegő ionizációját a földből jövő radioaktív anyagok sugarai okozzák, mert ez esetben a földről távolodva az ionizációnak csökkenje kellene.

*Hess* volt az első, ki arra következtetett, hogy a levegő ionizációját a földre a föld légkörébe kívülről, a világ-egyetemből jövő valamiféle sugarak okozzák; nevük: *kozmos sugarak*. Kezdetben voltak e felfogásnak ellen-

zői, ma azonban nincsenek már. A világúrból jövő sugarak eljutnak a légkör határához, tehát már ott észlelhetünk mérhető ionizációt, behatolnak a légkörbe, s közben mind több és több olyan sugarat váltanak ki, melyek maguk is ionizálnak. Ezért eleinte rohamosan nő az ionizáció, kb. 16 km-ig, ezután a föld felszínéig csökken, mert miközben a sugarak így ionizálva haladnak, minden egyes ionpár termeléséhez bizonyos nagyságú energiát adnak le saját energiakészletükből. Egy bizonyos hosszúságú út megtétele után energiájuk ölfogy és így ezek a sugarak kiválnak a sugárkeverékből, ahol már csak nagyobb energiával rendelkezők haladhatnak tova. A sugárzás ezen gyöngülését úgy fejezhetjük ki, hogy a sugárzás a légrétegen való áthaladása közben abszorbeálódott. A maximumtól (16 km magasságban) a föld felszínéig a sugárzás 40-ed részére csökken. A föld felszínén minden  $\text{dm}^2$ -nyi felületre másodpercenként kb. 1 sugárreszcseke esik. Ez rendkívül kicsiny szám, mert pl. 1 mg rádiumból másodpercenként 40 millió reszcseke indul ki. Minden egyes kozmikus sugárreszcsekében azonban akkora energia

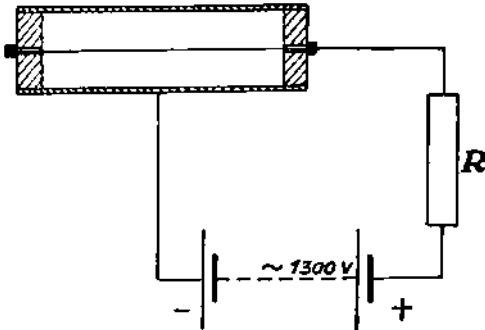


3. ábra. A kozmikus sugárzás erősségének változása a légrétegen.

van felhalmozva, hogy a kozmikus sugárzás alakjában földünkre érkező energia egyenlő avval az energiával, mely a csillagokból (a nap kivételével) fény és hő energia alakjában jut földünkre.

Amint a fizikusok elismerték, hogy van kozmikus sugárzás, a kérdések egész sora rohanta meg őket: milyen irányból jönnek, mekkora az energiájuk, milyen természetű a sugárzás, olyan-e, mint a  $\gamma$  sugár, vagy korpusz- kulákból áll, honnan jönnek s. i. t.

Feleletet e kérdésekre úgy várhatunk, ha lehetőleg többféle módon, külön- legesen megválasztott kísérleti feltételek mellett vizsgáljuk a sugárzást. Ezen vizsgálatokban a már leírt ionizációs kamrán kívül főként két másik



4. ábra.

módszer tett igen nagy szolgálato- kat: az ú. n. számlálócső koinciden- cia kapcsolásban és a Wilson-féle ködkamra.

A *Geiger—Müller-féle számlálócső* (4. ábra) egy fémcső, melynek tengelyében egy 01—0'2 mm vastag fém-szál van kifeszítve. Üveg- csőbe zárjuk az egészet, és a lég- nyomásnál kisebb nyomású levegő- vel, vagy más gázzal töltjük meg a henger és szál közti teret. A hen- gerből és szálból drót vezet ki az

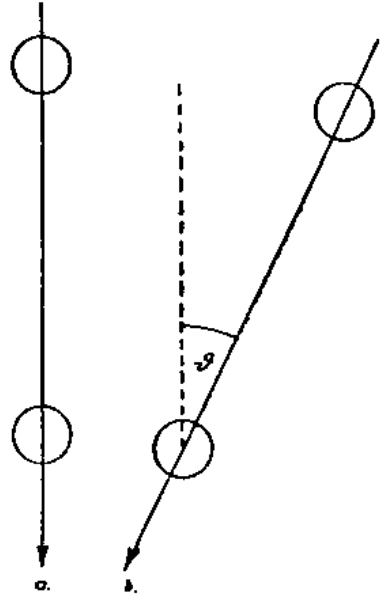
üvegfalon át, úgy hogy feszültségkülönbséget kapcsolhatunk a szál és henger közé. A feszültségkülönbséget akkorának választjuk (1000—1500 V), hogy kisülés még ne menjen át. Ha azonban a henger és szál közé ionizáló korpuszkula jut, már egyetlen ion is megindíthatja a kisülést, mert az ion a szál és a henger közti elektromos térben nagy sebességre tesz szert, ütközéssel új ionokat kelt, ezek szintén nagy sebességre tesznek szert, szintén ionizálnak s. i. t. Egy ion az ionok lavináját indítja él. Megindul a kisülés, ezzel azonban esik a feszültségkülönbség a szál és henger közt mind- addig, míg oly kicsi nem lesz, hogy a kisülés megszakad. Ezután a szál az R ellenálláson át ismét feltöltődik és a készülék új ionizáló sugár jelzésére készen áll.

Ha a fémhenger vastagsága 1—2 mm, úgy a radioaktív  $\alpha$  és  $\beta$  sugarak nem hatolnak be a csőbe;  $\gamma$  sugarak, fotonok átjuthatnak a falon, de igen kicsiny a valószínűsége annak, hogy ionizáljanak. A kozmikus sugarak meg-



szóltatják a csövet. *Cosyns*, meg *Trost* eljárása szerint készült számlálócsőben a beérkező korpuzkulák 95%-a ad kisülést. A kisülés folytán előálló feszültséglökés elektroncsövekkel felerősíthető.

A számlálócső jelzi a beléje érkező ionizáló korpuzkulákat, de nem mond semmit arról, hogy milyen irányból érkeznek. Két cső azonban ezt is megteszi ú. n. *koincendencia kapcsolásban*. Egymás fölé helyezünk két számlálócsövet (5. ábra), melyeket úgy kapcsolunk egy jelzőkészülékhez, hogy a készülék a számlálócső kisülését csak akkor jelezze, ha egyidejűleg következett be kisülés mindkét csőben, vagyis ha a beérkező korpuzkula függőleges irányból jöve mindkét csövön — a részecske nagy sebessége folytán — mondhatni egyszerre haladt át. Ezáltal módunkban áll meghatározott irányból jövő kozmikus sugarakat vizsgálni. Ha, mint az 5 b) ábrán láthatjuk, a két számlálócsövet a függőlegesrel  $<5^\circ$  szöget bezáró irányban helyezzük el, úgy berendezésünk ezen  $<5^\circ$  irányból beeső kozmikus sugárzás erősségét fogja mérni. A két csövet egyszerre

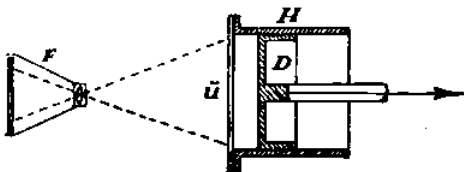


5. ábra.

csak ionizáló korpuzkula szólaltathatja meg, foton nem, mert annak a valószínűsége, hogy a foton egy csőben ionizáljon is, igen kicsiny. Még sokszorta kisebb annak a valószínűsége, hogy a két csövön áthaladó ugyanazon foton ionizáljon mindkét számlálócsőben.

A sugárzások és az atomszerkezetre vonatkozó modern vizsgálatokban rendkívül fontos szerep jutott a *Wilson-kamra* vagy *kőd kamra* nevű eszköznek. A ködkamra még csodálatosabb

ban csodálatos az, hogy rögtön jelzi — feszültséglökéssel — ha egyetlen mozgatható dugattyú (D). A kamrában levegő és telített vízgőz — vagy ionizáló korpuzkula ment rajta keresztül, a ködkamrán áthaladó ionizáló rész azonban lerajzolja benne pályáját. Hogyan?



6. ábra.

A ködkamra (6. ábra) lapos üveghenger (H), melynek egyik homloklapja üveg (ü), másik egy

mozgatható dugattyú (D). A kamrában levegő és telített vízgőz — vagy alkoholgőz van. Ha a dugattyút hirtelen kiejebb húzzuk, a víz- vagy alkoholgőz hirtelen kiterjed. Eközben annyira lehűl, hogy túltelített lesz és lecsapódik, ha talál apró porszemeket vagy ionokat. Pormentes levegőben csak ionokra csapódik le. A lecsapódott apró kis cseppeket, mint ködöt vesszük észre. A köd jól látható, ha a kamrát oldalról világítjuk meg és a homloklapon át nézzük, illetve ide helyezzük a fényképező gépet (F). Amint ionizáló korpuzskula halad át a kamrán, a homloklappal párhuzamosan, pályája mentén ionokat termel. Ha ugyanakkor a dugattyút kifelé rántjuk, az ionokra lecsapódik a gőz, a pálya mentén köd képződik. úgy hogy a pályát mint vékony ködfonalat látjuk. így teszi a Wilson-kamra minden egyes ionizáló korpuzskula pályáját láthatóvá. A 7. ábra úgy készült.



7. ábra.

hogy a ködkamrába egy szemernyi radioaktív anyagot helyeztek, mely  $\alpha$  sugarakat lövell ki; az ábrán látható sugárkéve csupa ködfonál, mely az  $\alpha$  rész pályája mentén képződött, mikor a dugattyút hirtelen kifelé rántjuk.

Ha a hirtelen kiterjesztéskor kozmikus ionizáló korpuzskula érkezik a kamrába, ködfonállal az is lerajzolja pályáját. Persze ehhez az kell hogy a korpuzskula éppen akkor érkezzék a kamrába, mikor a dugattyút kifelé rántjuk. Természetesen ez csak véletlenül esik meg; ezért van az, hogy a ködkamra felvételei közt csak 4%-on találunk kozmikus pályanyomot. Ezen *Blackett* és *Occialini* úgy segítettek,

ugyanaz a korpuzskula áthaladván a koincidenziára kapcsolt két számlálócsövön és a ködkamrán, a *kiváltott koincidenzia feszültséglökés* megfelelő szerkezetet hozott működésbe, mely a dugattyút kirántotta. így a kiterjesztés mindig akkor történt, mikor kozmikus sugár ment át a ködkamrán.

*Bothe* és *Kolhörster* voltak az elsők, akik 1928-ban kétcsöves koincidenzia készülékekkel észleltek kozmikus sugarakat Rendkívül nevezetes észlelés ez, mert hisz a koincidenzia készüléket foton nem szólaltatja meg, csak ionizáló korpuzskula. A radioaktív anyagok  $\alpha$  és  $\beta$  sugarát a cső fala elnyeli, így be sem jutnak a csőbe. Azt kell tehát mondanunk: a föld légkörében észlelt kozmikus sugarak túlnyomórészt ionizáló korpuzkulákból állnak.

melyek különböznek a radioaktív anyagok  $a$  és  $\theta$  sugaraitól, mindenesetre annyiban, hogy vastagabb anyagrétegeken tudnak áthatolni.

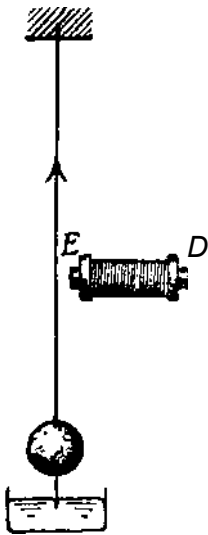
E megismeréstől ismét a kérdések egész sora fakad: mekkora e korpuszkulák tömege, elektromos töltése, sebessége, energiája, továbbá vajjon ugyanazon korpuszkulákat észleljük-e a föld légkörében, mint amelyek a világűrben a légkör határára érkeznek, hiszen lehet, hogy a világűrben érkező sugarak keltik a levegőben az észlelt korpuszkulákat; de akkor milyen természetűek a légkör határára érkező sugarak és mi történik velők, amint a légkörön áthaladnak? E kérdésekre kell feleletet adnunk az észlelések alapján.

Már maga az a tény, hogy a kozmikus sugár korpuszkulái átmennek a számlálócső falán, azt mutatja, hogy jóval nagyobb az áthatolókéességük, mint az  $a$  és  $\theta$  sugaraké. Áthatolókéességüket vizsgálták úgy, hogy útjukba különböző vastagságú réteget pl. ólomlemezt helyeztek, s nézték mennyire gyöngül az erősségük, miközben az ólomlemezen áthaladnak. 15 cm vastagságig az erősség erősen csökken; tovább növelve a vastagságot, az erősség nagyon lassan csökken. Ezt úgy értelmezzük, hogy a kozmikus sugárzásban van egy kevésbé és egy erősen áthatoló összetevő; az előbbi puhának, az utóbbit keménynek nevezik. A puha összetevőt 15 cm ólom már teljesen elnyeli; de még ez is nagy áthatolókéességet jelent, hiszen az  $a$  sugarat 0,01 mm ólom, a  $\theta$  sugarat néhány mm ólom már elnyeli.

Úgy is mérték az áthatolókéességet, hogy ionizációs kamrát süllyesztettek mély vízbe, s nézték a sugárzás gyöngülését. *Regener* a Bodeni tóban 230 m mélységben mért. *Barnóthy* és *Forró* a dorogi bányában állították fel a koincidencia készüléket. A tárna feletti földréteg volt az elnyelő közeg ekkor. 430 m mélységben még találtak kimutatható sugárzást, igaz hogy a felszínen észlelhető sugárzásnak csak 0,15 ezrelékét.

Az előbbi pontban felvetett kérdésekre a Wilson-kamra sok érdekes felvilágosítást ad. Említettük, hogy a kozmikus sugár a kamrában pályanyomot hagy: a korpuszkula ionizál, az ion körül apró kis vízcsepp rakódik le. Kellő nagyítással a vízcseppek láthatókká válnak s megszámlálhatjuk, hogy 1 cm pályadarabra hány csepp esik; ugyanannyi iont termelt a sugár 1 cm-nyi úthosszon; ez a szám fejezi ki az ún. fajlagos ionizációt. A korpuszkula okozta fajlagos ionizáció arányos a töltés négyzetével, fordítva arányos a sebesség négyzetével. Ha nagy a részecske sebessége, kevesebb iont termel.

Elméleti megfontolások arra vezetnek, hogy a részecske 1 cm úton 50 ionnál kevesebbet nem termel, ha töltése egységnyi s sebessége közel van a fénysebességhez. Ha töltése két egységnyi, 200 ionnál kevesebbet nem termel. A Wilson-kamrában észlelt pályanyomok 99%-án a fajlagos ionizáció utóbbi értéknél kisebb. Ebből arra kell következtetnünk, hogy a részecske töltése egységnyi; azaz ugyanakkora mint az elektroné, ama részecskéé, melyekből a katódsugár vagy  $\beta$ -sugár áll. Megjegyeztük, hogy ez a legkisebb töltés, mely egyáltalában létezik, ennél kisebb töltésre ezidáig nem bukkantak. Bármely korpuszkula töltése eme legkisebb töltés egyszerese, vagy kétszerese, háromszorosa s. i. t. lehet csak. Ismerve a részecske töltését, a fajlagos ionizációból megtudhatjuk sebességét. Igen nagy sebességekről van



8. ábra.

szó; már a radioaktív  $\alpha$ -sugarak közt is vannak olyan részecskék, melyek elérik a fénysebesség 99%-át. A kozmikus sugárzásban vannak részecskék, melyek sebessége jóval közelebb áll a fénysebességhez.

Az elektron töltése negatív, vajjon a kozmikus részecskéé is negatív? A fajlagos ionizáció erre nem ad feleletet, mert pozitív vagy negatív töltés ugyanúgy ionizál. Erről meg a részecske tömegéről felvilágosítást kapunk, ha a Wilson-kamrát mágneses térbe, pl. egy elektromágnes két sarka közé tesszük s megmérjük miképp változtatja meg e mágneses tér a részecske pályáját. Régi tapasztalat, hogy a mágnes erőt gyakorol egy olyan vezetőre, melyben elektromos áram kering. A következő kísérlettel (8. ábra) szemléltethetjük e hatást: A 8. ábrán látható felfüggesztett drót alul vascsúccsal higanyba merül. Ha áramot viszünk át rajta, akkor az elébe tartott mágnes jobbra vagy balra kitéríti, a szerint, hogy melyik irányban közelítettünk.

Úgy is leírhatjuk e kísérletet, hogy a mágnes mágneses teret hoz létre, melyben erővonalak vannak. Az áramot vivő drót mágneses térbe kerül, erővonalak érik s ezek térítik ki az áramot. Igen nevezetes tapasztalat, hogy a mozgó elektromos töltés úgy viselkedik, mint az elektromos áram, azaz a mágnes vagy mágneses tér hatását is úgy viseli, mint az áram, s ő maga is olyan mágneses teret létesít, mint az áram. Ha tehát a nyíl irányában egy elektromos töltésű részecske mozog, az is áramot jelent, s a mágnes vagy mágneses tér épp úgy el fogja

téríteni az útjából, mint az áramot vivő drótot. Beláthatjuk ebből, hogy a Wilson-kamrában futó elektromos részecske pályáját a mágneses tér elfogja görbíteni. Igen fontos, hogy a fotont a mágneses tér nem téríti el. Hasonlóan nincs a mágneses térnek hatása olyan korpuszkulára, mely semleges, azaz nincs elektromos töltése. Az, hogy a mágneses tér a Wilson-kamrában látható pályanyomokat el fogja görbíteni, eleve is várható volt, hiszen pályanyomot csak olyan részek hagynak a kamrában, melyeknek fajlagos ionizációja elég nagy, ilyenek pedig csupán az elektromos töltésű részecskék. Azonban abból, hogy a mágneses tér milyen irányban görbíti el a pályát, meg lehet tudni, pozitív-e a részecske töltése, vagy negatív, feltéve, hogy ismerjük, milyen irányban fut a részecske a pályán. A legtöbb esetben a részecske felülről jön a kamrába, ekkor tudjuk mely irányban mozog, lehet azonban, hogy alulról jut be, amit magából a pályából nem tudunk eldönteni, s így a töltés előjelének pozitív vagy negatív volta is eldöntetlen marad.

Lemérhetjük, mennyire görbíti el a mágneses tér a részecske pályáját. Ismerve a részecske töltését és a mágneses tér erősségét, e mérésből kiszámíthatjuk a részecske  $u$ . n. impulzusát. Impulzuson értjük azt a mennyiséget, melyet a részecske tömegének és sebességének szorzata szolgáltat. Ha nagyobb az impulzus, azaz nagyobb a részecske tömege, vagy sebessége, a mágneses tér kevésbé téríti el, a pálya mintegy merevebb lesz. A sebességet már ismerjük a fajlagos ionizációból s így a mágneses eltérítésből megtudhatjuk a részecske tömegét. Azt gondolhatnánk, hogy a részecske tömege épp olyan jellemző adata, mint pl. a töltése, mely független a mozgási állapottól. A relativitás elmélete mást tanít: a test tömege függ a mozgási állapottól, függ a sebességtől; ha nagyobb a sebesség, a test úgy viselkedik, mintha tömege megnőtt volna. Földi tárgyakon a tömeg eme növekedése oly kicsiny, hogy észre nem vehetjük. így pl. ha egy 1 tonnás lövedék sebessége másodpercenként 1 km, tömege megnő, de csak kerekén 1/200 milligrammal. A tömegszaporulat csak akkor lesz jelentékeny, ha a test sebessége közel jut a fénysebességhez, azaz másodpercenként 300.000 kilométerhez. így pl., ha a részecske sebessége eléri a fénysebesség 99%-át, azaz másodpercenként 297.000 kilométert, tömege megnő 7-szeresére. A kozmikus sugárzásban vannak részecskék, melyek még jobban megközelítik a fénysebességet s így tömegük még sokkal jobban megnő. Ezért meg kell különböztetnünk a részecske  $u$ . n. nyugalmi tömegét a mozgó tömegétől. Előbbin értjük a részecske tömegét, mikor sebessége kicsiny a fénysebességhez képest. Ez

volna olyan adat, mely jellemző a részecskére, úgy, mint a töltés. Ha azt mondjuk, az elektron tömege 1850-szer kisebb mint a proton, a hidrogén atommagjának tömege, akkor ezen a nyugalmi tömegek viszonyát értjük. Ha az elektron sebessége közelebb jut a fénysebességhez, mint a proton sebessége, a tömege nagyobb is lehet, mint a protoné.

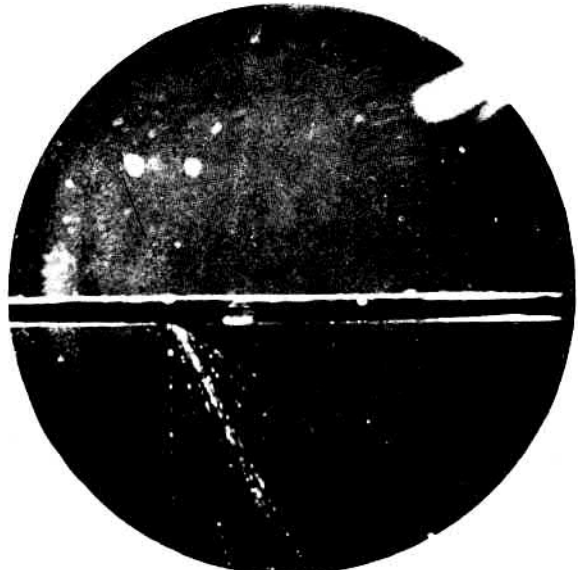
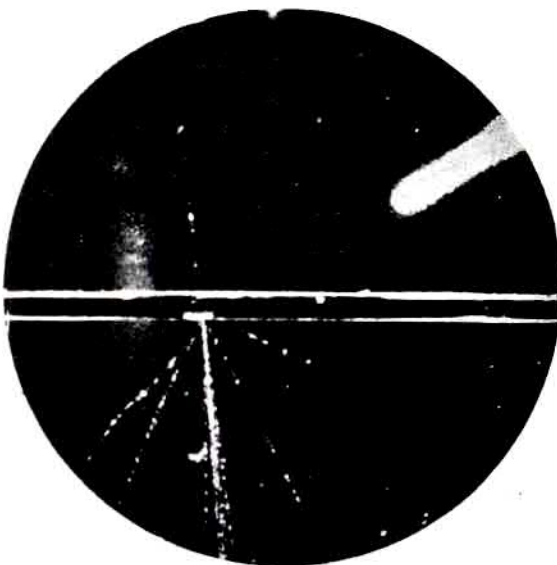
A pálya mágneses eltérítéséből a mozgó tömegről kapunk adatot, pedig a részecske természetére jellemző adat a nyugalmi tömege. Ha a részecske sebessége közel jut a fénysebességhez, nyugalmi tömegét a következőkép tudhatjuk meg: a Wilson-kamrába ólomlemez teszünk, melyen áthalad a részecske, pályáját mágneses térrel elgörbítjük; megtudhatjuk impulzusát az ólomba való belépés előtt és után. Ilyen nagy sebességek esetében az impulzusból kiszámíthatjuk mozgási energiáját úgy, hogy az impulzus értékét szorozzuk a fénysebességgel; így megtudhatjuk mennyi a részecske energiavesztesége, miközben a lemezen áthaladt. Elméleti megfontolások alapján ez az energiaveszteség erősen függ a részecske nyugalmi tömegétől. Egy proton pl. egymilliószor kevesebb energiát veszít, mint egy ugyanolyan energiájú elektron. Az energiaveszteséget lemérve, eljutunk tehát nagy sebességek esetében a nyugalmi tömeg értékéhez.

Összefoglalva: a Wilson-kamrában mért fajlagos ionizációból, a pálya-görbületből meghatározott impulzusból és ólomlemezben beálló energiaveszteségből megtudjuk a részecske töltését, nyugalmi tömegét és sebességét.

Mielőtt a mérési eredményeket tárgyalnám, meg kell ismerkednünk egy igen nevezetes felfedezéssel, melyhez a kozmikus sugarak vezettek el. Anderson amerikai fizikus 1932-ben a Wilson-kamrával készült felvételek közt talál olyan pályát, mely a kamrába helyezett ólomlemezen vezetett át. A pályát a mágneses tér elgörbítette; a lemez egyik oldalán a pálya erősebben volt elgörbítve, mint a lemez másik oldalán és pedig azért, mert a lemezen áthaladva a részecske veszít sebességéből; ahol a sebesség kisebb, ott a mágneses tér erősebben görbíti el a pályát. Ebből kétségtelenül el lehetett dönteni, hogy a lemezt melyik irányban lépte át a részecske: a pálya kevésbé elgörbített részéből haladt át a lemezen a jobban elgörbített részbe. A 9. ábrán a részecske alulról felfelé haladva ment át a lemezen. Ismerve a sebesség irányát, az elgörbülés irányából az következett, hogy a részecske pozitív töltésű. Talán proton? Nem, az elgörbülés nagyságából az következett, hogy a tömege akkora mint az elektroné. Ezzel *Anderson* egy eddig ismeretlen fajta részecskét fedezett fel: tömege akkora, mint az elektroné, de töltése pozitív, míg az elektroné negatív, azt mondhatnám,



9. ábra. Első ködkamrás felvétel, melyen a pozitron pályanyoma látható.



a) ionizáló sugár által kiváltott kozmikus zápor. b) nem ionizáló sugár által kiváltott kozmikus zápor.



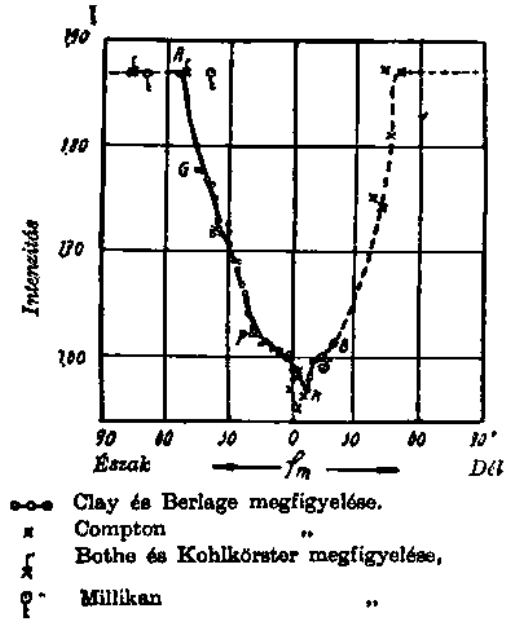
13. ábra. Kozmikus sugár kiváltotta robbanási zápor.



hogy az elektron pozitív párja. E részecske a *Pozitron* nevet kapta. *Anderson* felfedezése óta sokszor észleltek pozitronokat, különösen az ú. n. záporokban (lásd később), úgy hogy azt mondhatjuk, hogy a kozmikus sugarakban vannak elektronok és pozitronok is és pedig közel egyforma számban. Persze ez nem jelenti azt, hogy a kozmikus sugarak csak elektronokból, meg pozitronokból állnak.

A Wilson-kamrával végzett megfigyelések kétségtelenné teszik, hogy a föld légkörében észlelt kozmikus sugarakban vannak elektronok, meg pozitronok. Felvetődik a kérdés, vajjon a légkör határára a világrűrből érkező sugarak is tartalmaznak már elektronokat és pozitronokat, vagy pedig más alakban lépnek a légkörbe s az abban megtett útjuk alatt keltik csak eme részecskéket? Feleletet ad e kérdésre az a nevezetes megfigyelés, hogy a sugárzás erőssége a föld felületén nem mindenütt ugyanakkora. Leggyengébb a sugárzás az egyenlítőn, innen északra vagy délre haladva a sugárzás erősödik az 50-ik szélességi fokig és pedig 15%-kal nagyobb itt, ezen túl állandó marad a sarkokig.\* (10. ábra.)

A kozmikus sugárzás ilyen viselkedését várhatjuk, ha a levegő határára érkező sugárzásban elektromos töltésű korpuzkulák vannak. E korpuzkulák a föld mágneses terében teszik meg hosszú útjukat a levegő határáig. A földmágneses tér ugyan igen gyenge, de a hosszú úton mégis számottevően elhajlítja a korpuzkulák pályáját, erősebb az elhajlítás a kisebb energiájú részecskéken olyannyira, hogy ezek el sem érhetik a földet az egyenlítő tájékán, míg a sarkok tájékán elérhetik, mert a számítás szerint a sarkok



10. ábra.

A kozmikus sugárzás erősségének változása a szélességi fokok szerint.

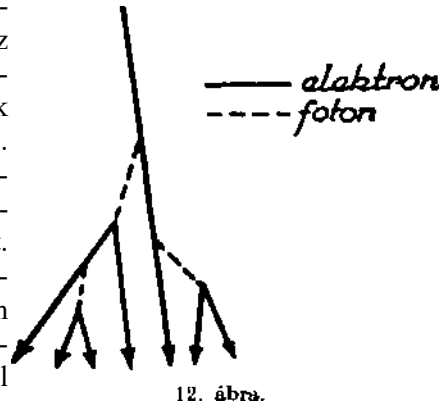
\* A 10. ábrán a vízszintes tengelyre a szélességi fokok, a függőlegesre a mért intenzitás van felmérve.

tájékára irányuló részecskék elhajlítása lényegesen kisebb. így az egyenlítőn kevesebb puha sugárzást észlelhetünk, mint a sarkokon s a sugárzás erősségének a sarkokig növekednie ke'l. A megfigyelések azt mutatják, hogy az erősség növekedése csak az 50-ik szélességi fokig tart, onnan a sarkokig állandó marad. Ennek magyarázatát abban találhatjuk, hogy földünkre egészen puha sugarak egyáltalában nem jutnak. Akár azért nem, mert a levegőn való áthatoláshoz kell legalább egy bizonyos energiaérték. A kisebb energiájú sugarak ionizáció folytán útjukban elvesztik egész energiájukat. A számítás szerint az az energiaérték, mely a levegő áthatolásához szükséges, épp megegyezik azzal az energiával, amilyen energiájú korpusz-kulákat a föld mágneses tere már az 50-ik szélességi fokon is beenged. Újabb kísérletek alapján inkább az a nézet alakult ki, hogy az egészen puha kozmikus sugarakat azért sem találhatjuk meg a földünkre eső sugárnyalá-ban, mert a napnak a földnél jóval erősebb mágneses tere ezeket a puha sugarakat távoltartja földünk légkörétől. Akár az egyik, akár a másik ma-gyarázatot fogadjuk el, az 50-ik szélességi körön beérkező sugaraknál pu-hább sugarakat a föld mágneses tere ugyan beengedne, de nem érkezhetnek be, miután ilyen sugarak nincsenek is a sugárkeverékben.

Az itt leírt ú. n. szélességi effektus azért fontos, mert belőle azt kell következtetnünk, hogy a világűrben már elektromosan töltött részecskék érkeznak a légkör határára. Vájjon ezek is elektronok meg pozitronok? Mielőtt erre felelnénk, még egy nevezetes jelenséggel az ú. n. „záporokkal“ kell megismerkednünk.

Wilson-kamra segítségével gyakran észlelték, hogy a kozmikus sugár pályanyoma, miután áthaladt pl. egy ólomlemezen, mintegy szétágazott több sugár pályanyomára. Ilyen ú. n. záporban több száz sugár pályanyomát is észlelték. A 11 *a)* ábrán egy ionizáló sugár a 11 *b)* ábrán egy nem ionizáló sugár váltja ki az ólomlemezben a záport; ezért az *a)* ábrán látjuk az ólom felett is a sugár nyomát, míg a *b)* ábrán nem. Felmerül a kérdés, mi történt az eredeti sugárrel, az esett szét több elemi részecskére, vagy az ólomból váltotta ki az új részeket? Ilyen jelenséggel, hogy egy beeső sugár hatására az anyagból sok újabb részecske indul ki egy pontból egyszerre, a fizika más területein még nem találkoztunk, tehát az első kérdésünk az, hogy vájjon a meglevő elmélet alapján lehet-e ilyen jelenséget magyarázni, vagy pedig a jelenség értelmezése új elmélet felállítását teszi szükségessé. Sugárzás és anyag kölcsönhatásaként ismeretes, hogy pl. ha egy elektronsugár, melyet mondjuk Röntgen-csőben állítunk elő, ráesik az antikatódra, onnan újfajta

sugarakat, a Röntgen-sugarat váltja ki; az ütközéskor az elektron lefékeződik, elveszti mozgási energiáját és ez az energia elektromágneses hullám, Röntgen-sugár alakjában távozik el; vagyis általánosítva mondhatjuk, hogy korpuszkuláris sugár anyaggal ütközve elektromágneses hullámot, fotont vált ki. Hasonlóan ismeretes radioaktív anyagok sugárzásának vizsgálataiból, hogy a nagy energiájú gammasugár, amikor valamely anyag atomjával ütközik, egy elektronpárt: elektront és pozitront termel, vagyis a foton ütközésekor egyidejűleg két korpuszkuláris sugár keltődik. Olyan folyamatot azonban, hol egyszerre kettőnél több részecske keltődne az ütközés kapcsán, nem ismerünk. Mégis mint *Bhabba* és *Heitler* kimutatták, az itt vázolt két folyamat: a korpuszkuláris sugár fotonkeltése és a foton sugár széthasadása elektronpárra elégséges a kozmikus sugárzás záporjelenségének értelmezéséhez. A 12-ik vázlatos ábra mutatja, hogy miképpen kell elgondolnunk a folyamatot: egy elektron ütközéskor kivált egy fotont, a foton ütközve az atommagba, pozitív és negatív elektront kelt; úgy a pozitron, mint az elektron tovább haladva ismét fotonokat bocsátanak, ezek a fotonok megint elektronpárokra hasadnak s. í. t.; egy bizonyos rétegvastagság áthaladása után tehát már az egy elektrontól 2, 4, 8... elektronsugár lett. Ha most az anyag, amiben a sugár halad, nagyon sűrű, a  $\text{cm}^1$ -ben sok atom foglaltatik, úgy megnő annak a valószínűsége, hogy ütközik atommaggal és így az egyes lépések: a foton, illetve elektronpár kiváltása oly sűrű roszkopikusán úgy vesszük észre, mintha



12. ábra.

valóban egyetlen pontban keltődött volna valamennyi sugár. Ezzel megkaptuk mindjárt annak a magyarázatát is, hogy miért épp a Wilson-kamrába helyezett ólomlemezről látunk leggyakrabban záporokat kiindulni, mert az ólom egy  $\text{cm}^1$ -ében 600-szor több atom van, mint pl. a levegő  $\text{cm}^1$ -ében. Még arra a kérdésre is meg kell felelnünk, hogy miért nem észleljük ugyanezen jelenséget pl. a radioaktív sugarak esetében is. A választ abban találjuk, hogy a kozmikus sugár elektronjának energiája tíz-száz-ezerszer nagyobb, mint egyelektroné. Míg tehát egy  $1/3$ -sugár az ütközés és foton-kibocsátás közben teljesen

megsemmisül, sőt a kiváltott foton is csak oly kevés energiát nyer, hogy mielőtt alkalma lenne újabb atommaggal összetalálkozni, máris elveszti energiáját, addig a kozmikus elektron és foton nagy energiájánál fogva az ütközés után is tovább halad és a kiváltott résznek is nagy energiát tud átadni.

Kitűnt azonban, hogy az itt vázolt sokszorozódási folyamat nem mindenfajta zápor értelmezéséhez elégséges. Megismertünk ezeken a záporokon kívül úgynevezett robbanási záporokat is, hol valóban mintegy robbanást okoz a kozmikus sugár az eltalált atommagban, csakúgy, mint egy srapel, mely a betonfedezékbe ütközik és a betonból számtalan repeszdarabot szór szét minden irányban; így a robbanási záporban is mindenféle sugárfajták löveltetnek ki. A 13. ábra mutat egy ilyen robbanási záport, az egy pontból minden irányban kiinduló vastag vonalak protonok, vagy még nehezebb részek nyomai.

Ezek után visszatérhetünk azon kérdésünkre, hogy vajjon a kozmikus sugarak csak pozitronok és elektronok, esetleg protonok, vagy pedig találunk bennük eddig ismeretlen új részecskéket is. Bizonyos tapasztalatok már 1934-ben arra utaltak, hogy a kozmikus sugárzásban szereplő részecskék egy része súlyosabb, mint az elektron, de könnyebb, mint a proton, de csak 1937-ben sikerült *Anderson* és *Neddermeyernek* ezeket a nehéz elektronokat, vagy mint ahogy ma nevezni szokás, *mezonokat* Wilson-kamra segítségével valóban kimutatni, és megmérni, hogy e részek kb. 150—200-szor nehezebbek, mint az elektronok. Ilyen nehéz részek létezésére *Yukawa* már megelőzőleg, tisztán elméleti megfontolások alapján is eljutott, mert az atommagok közt működő erők helyes értelmezésében ilyen részek fontos szerepet játszanak. Kérdés azonban, hogy a *Yukawa* által feltételezett részek azonosak-e a kozmikus sugarakban észlelt mezonokkal? A kétféle részecske tömege mindenesetre egyforma nagyságúnak adódott, de ezen túl is egy nevezetes pontban találhattunk megegyezést. A *Yukawa*-részek ugyanis eltérően az eddig ismert elemi részecskéktől, az elmélet szerint nem stabilisak, hanem egy bizonyos idő, egy milliomod másodperc eltelte után, minden külső beavatkozás nélkül szétesnek elektronra és neutrínóra. Viselkedésük, tehát hasonló a radioaktív elemek atomjának viselkedéséhez, melyek szintén spontán bocsátják ki az  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  sugarakat, azaz külső hatás nélkül bomlanak el. Vajjon a mezonok esetében is észlelhető-e ezen szétesés? Bár Wilson-kamrában mezonból keletkező elektront csak nemrég sikerült észlelni, a kétféle rész: a mezon és *Yukawa*-rész azonosságát mégis

már hamarabb is meg lehet állapítani, ugyanis számos, a kozmikus sugárzás kapcsán észlelt jelenség kielégítő magyarázatát csak éppen azáltal lehetett megtalálni, hogy ha feltesszük, hogy a kozmikus sugárzásban instabil részek haladnak, melyek egy bizonyos, energiájuktól függő hosszúságú út megtétele után szétesnek és a széteséskor újabb ionizáló rész keletkezik, sőt ezen jelenségekből kiszámítható a mezonok élettartama és ez ugyanolyan nagyságrendűnek adódott, mint a Yukawa-rész elméletileg meghatározott élettartama.

A mezon bomlásakor úgy mondtuk, hogy az elektronra és neutrínóra esik szét. A neutrínó mondhatnánk a kísértet szerepét játssza a sugár-részecskék közt, ugyanis ténylegesen észlelni jelenlétét semmiképpen sem lehet, mert sem tömege, sem töltése nem lévén, közvetlenül nem árulja el magát. Neutrínókra először a  $\Lambda$ -bomlás magyarázata kapcsán *Pauli* következtetett, mert szükséges volt feltenni, hogy a bomló radioaktív atommag az elektronon,  $\gamma$ -sugáron kívül még egy részecskét bocsát ki, melynek azonban sem tömege, sem töltése nem lehet. A kozmikus sugárzás kapcsán, különösen *Barnóthy* és *Forró* nagy mélységekben végzett vizsgálatai látszanak arra utalni, hogy a legnagyobb mélységekbe csupán ezek a neutrínók tudnak áthatolni és a föld belsejében észlelhető kozmikus sugárzás a neutrínók által termelt záporokból áll. Valószínű, hogy ezek a neutrínók azok, melyek a mezonok bomlásakor keletkeznek.

Mindezek alapján a kozmikus sugárzás természetére a következő kép alakult ki: a légkör határára elektronok, pozitronok és fotonok esnek be, ezek ott záporok segítségével rohamosan megsokszorozódnak, de a közönséges záporokon kívül mezonokat is termelnek. A légkörön a kozmikus sugárzás mezonok alakjában halad át. A mezonok útjuk közben már részben szétesnek és szétesésükkor elektronok keletkeznek, melyek mindenhol ismét záporokat létesítenek. A széteséskor keletkező semleges, töltés nélküli rész, a neutrínó behatol mélyen a föld belsejébe is és ugyancsak záporok segítségével létesít ott is mérhető sugárzási erősséget. Lehetséges, hogy ezeken kívül léteznek oly nagy energiájú protonok is a világűrbeli jövő kozmikus sugárzásban, melyek közvetlenül képesek áthatolni a légkörön, sőt még vastag földrétegeken is.

A kozmikus sugárzás eredetének helyére nézve ezidőszert még csak sötétben való tapogatózásra vagyunk utalva. Nem észleltek még semmiféle olyan jelenséget, melynek segítségével meg lehetne mondani, hogy a sugárzás hol, miféle csillagtípusokban ered. Sőt a sugárzás erőssége éjjel-nappal

annyira állandó, nem látszik függeni attól, hogy miféle égtájból eredő sugarak érhetik el a mérőkészüléket, így kevés kilátás van arra, hogy a sugárzás forrását hamarosan sikerüljön megtalálni.

Hasonlóan a kozmikus sugarak keletkezésére nézve sem tudunk semmit. Azok a folyamatok, melyeket pl. a radioaktív bomlás analógiájára tudnánk elképzelni, nem szállítanak elegendő energiát, hogy belőlük kozmikus sugár keletkezhetne.

Mindazonáltal, hogy sok kérdésben nem jutottunk sokkal előbbre, mint voltunk a sugárzás felismerésekor, mégis megállapíthatjuk, hogy az a 30 év, ami *Hess* első felfedező felszállása óta eltelt, oly sok tekintetben gazdagította az anyag szerkezetére vonatkozó tudásunkat — hogy másra ne, mint csak a pozitron és mezon felfedezésére utaljak —, hogy nyugodt lélekkel állíthatjuk, hogy az elért eredmények megérték azt a nagy fáradságot, kitaratást, az expedíciók kényelmetlenségét és veszélyét, amivel a kozmikus sugárzás kutatása jár.

# A FIZIKA EGYES FONTOSABB PROBLÉMÁI

ÍRTA  
POGÁNY BÉLA

FÉLEK, E SOKATIGERŐ címben számos olvasó csalódni fog. A nagyközönség ugyanis egészen mást ért fizikai probléma, különösen fontos fizikai probléma alatt, mint a fizikus. Erre vonatkozóan széleskörű tapasztálatom van, mert alig múlik el hét, hogy fel ne keresnének fontos fizikai problémákkal, ami viszont a nagyközönség érdeklődésének a jele. Egy orvosprofesszor barátom pl. évek óta feladja nekem, mint fontos fizikai problémát egy oly készülék szerkesztését, mely a távbeszélő-előfizetőnek egy táblán, vagy papírszalagon automatikusan felírja, hogy távollétében kik, mikor, mily ügyben keresték? Szégyenkezve kell bevallanom, hogy a fizikus szempontjai, mikor fontos problémáról van szó, kevésbé praktikusak és valahogy sokkal szerényebbek. Jónak látom ezért bevezetőül leszögezni a fizikus szempontjait.

A fizikus érdeklődésének tárgya, a fizikai probléma lényege röviden a következőképpen fogalmazható meg: Egy jelenség bekövetkezése, lefolyása mely körülményektől és hogyan függ? A jelenség bekövetkezése és lefolyása általában egy vagy több fizikai mennyiség meghatározott számszerű értékével, vagy a számszerű értékek meghatározott sorozatával jellemezhető és ugyanúgy a körülmények is, melyektől a jelenség függ. A „hogyan“ kérdésre megfelel a funkcionális összefüggés, mely a jelenség lefolyását jellemző számszerű értékeket összeköti az okozati körülményeket jellemző számszerű értékekkel. Ez — és mint e cikk szerzője hozzáteszem, hogy sajnos — egy matematikai formula, vagyis a fizika törvényei a matematika nyelvén vannak írva és feladatom, hogy az itt tárgyalt törvényeket, megfelelő szótár hiányában is lefordítsam magyar prózára. Minden erőlködés mellett is néhány formula be fog csúszni.

Hogy a fentiekre egy primitív példával szolgáljak: A napfény törése egy tó síma tükrén jellemezhető mint fizikai mennyiséggel a  $P$  törési szöggel.

E jelenség a következő körülményektől függ: 1. a víz optikai sajátságától, melyet az  $n$  törésmutató egy számszerű értéke jellemez és 2. a fény beesésétől, mely körülményt az  $a$  beesési szög egy számszerű értéke jellemzi. A „hogyan“-ra megfelel a

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$$

összefüggés.

Igen gyakran szerepelnek fizikai törvényekben oly mennyiségek, pl. potenciálok, mágneses pólusok, melyek nem oly szemléletesek, mint a fenti példában szereplő szögek. Nem fizikusok ilyenkor gyakran elmélkedni kezdenek, hogy léteznek-e valóban ezek a mennyiségek? A fizikus számára e kérdés tárgyaltalan, mert egyszerű kritériuma van arra, hogy a tudománya szempontjából mi létezik? Létezik az, ami megmérhető. Ezért minden fizikai mennyiség definíciójának egy egyértelmű előírást kell tartalmaznia a kérdéses mennyiség mérésére.

Ami a problémák fontosságának kérdését illeti, az részben a koronként változó ízlés dolga is. Manapság, ha a fizika fontos problémáiról beszélünk, kettőre gondolunk, a *fény hullámelméletének* és a híres *kvantumelméletnek* a kibékítésére és az anyag *szerkezetének problémájára*.

Ismeretes, hogy *Newton* (1642—1727) a fény természetét illetően úgy vélekedett, hogy a fényt kibocsátó test, a *fényforrás apró korpuszkulákat bocsát ki magából, melyek nagy és állandó sebességgel mozognak az ú. n. aetherben.* így terjed a fény. Az aethert olyanszerű anyagnak tekintette, mint a levegő, csak sokkal ritkábbnak, finomábbnak és rugalmasabbnak. Az aether kitölti az egész világűrt és áthat minden anyagot, közvetítésével jut hozzánk a Nap, a csillagok fénye és terjed a fény a különböző anyagokban, pl. vízben, üvegben. Az aether természetesen bizonyos, egészen kicsiny ellenállást fejt ki a benne mozgó testekkel, bolygókkal, fénykorpuszkulákkal szemben.

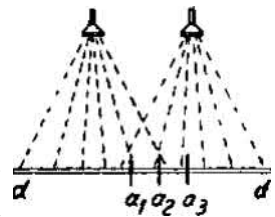
*Newton* két kortársa, *Huygens* (1629—1695) és *Hooke* (1635—1703) viszont azon a nézeten voltak, hogy *a fény terjedése nem egyéb, mint rezgő mozgásnak a terjedése az aetherben;* egészen hasonlóan ahhoz, ahogy egy nyugodt tó felületén terjednek a hullámok, ha pl. követ dobunk belé. Nem akarok itt kitérni arra, hogy *Newton* mennyire dogmatikusan tört lándzsát a korpuszkuláris elmélet mellett, híres kérdéseiben mindenesetre szerepel a következő: *Are not all hypotheses erroneous in which light is supposed to consist in pression or motion propagated through a fluid médium? If light*



consists only in pression propagated without actual motion it would not be able to agitate and heat bodies which refract and reflect it *and ... it would bend into the shadow.* Tény az, hogy Newton hatalmas tudományos teljesítményein alapuló tekintélye mellett Huygens nem tudott felfogásával érvényesülni. Viszont valószínű, hogyha Newton látta volna a fénynek elhajlását a geometriai árnyékba, melyre kérdésének utolsó mondatával utal és melyet ma minden kísérleti fizikai előadásban egy varrótűvel bemutatnak, úgy ő maga is más belátásra jut.

Mindenesetre eltelt kb. száz esztendő, míg 1800-ban *Thomas Young* (1773—1829) újra kilépett a porondra a hullámelmélet érdekében. Young rámutatott arra, hogy az interferenciajelenségek, többek között pl. a Newton-féle színes gyűrűk keletkezése mily egyszerűen értelmezhető a hullámelmélet alapján. Döntő súllyal esett latba, hogy a különböző interferenciajelenségek és elhajlási jelenségek alapjain levezetett értékei a fény hullámhosszágának számszerűen szépen egyeztek. Ennek ellenére Young publikációi heves ellenvéleményt váltottak ki. Azonban a tények erősebbeknek bizonyultak a tekintélyeknél, különösen mikor *Fresnel* (1788—1827) híres tükörkísérletével egy új tényt állított sorompóba a hullámelmélet érdekében. A középiskolai oktatásból ismeretes, hogy *Fresnel* tükörkísérlete mily egyszerűen értelmezhető a hullámelmélet alapján. Viszont, hogy mily zsákutcába hozta e kísérlet a korpuszkuláris elméletet, az a következő analógia alapján könnyen belátható.

A *Fresnel*-féle tükörkísérletnél a tükrözéssel létrehozott két (virtuális és koherens) fényforrás a korpuszkuláris elmélet szempontjából két tussorzsának tekinthető, melyekből a víz minden irányban freccsen az alattuk fekvő  $dd$  deszkára. (1. ábra.) A *Fresnel*-féle kísérlet eredménye átfordítva tussolási terminológiára úgy szól: hogy vannak a deszkán oly  $a_1, a_2, a_3$  stb. helyek, melyek szárazon maradnak, ha mindkét vízcsapot kinyitom, viszont vizesek lesznek, ha a két csap közül csak egyiket nyitom ki. *Young* és *Fresnel*



1. ábra.

a polarizáció jelenségével is megbirkóztak. *A polarizált fény a terjedési iránya körül asszimmetrikusan viselkedik. Ez csak transzverzális hullámok esetében lehetséges,* melyeknél a rezgések iránya a terjedés irányára merőleges; ily asszimmetria ki van zárva longitudinális hullámoknál, hol a rezgési és terjedési irány megegyeznek. Ezzel a megállapítással azonban a szegény aether került szorult helyzetbe. Rábizonyult, hogy neki transzverzálisán kell rezegni.

Akkor azonban szilárd testnek kellene lennie, mert transzverzális hullámok csak oly közegben terjedhetnek, melynek alakváltozási rugalmassága is van; a folyadékok és gázok *csak* térfogati rugalmassággal rendelkeznek, ami *csak* longitudinális hullámokra vezethet. És most gondoljunk arra, mit jelentene a szilárd aether a bolygókra; azoknak e szilárd közegben, mely az egész világűrt kitölti, ellenállás nélkül kell mozogni. Azonfelül az aether mint szilárd test más szilárd testektől abban kell különbözni, hogy benne longitudinális hullám *nem* terjedhet. Az aether tehát kétségkívül mint súlyos tehertétel szerepelt a hullámelmélet számláján, bár nem tartóztatta fel a hullámelmélet általános elfogadását, különösen miután *Foucault* és *Fizeau* 1850-ben kétségkívül megállapították, hogy a fény *egyezősben a hullámelméletfel lassabban terjed vízben, mint levegőben*, míg a korpuszkuláris elmélet vízben követelte a nagyobb terjedési sebességet.

Nézzük meg kissé közelebről, miért is van szüksége a hullámelméletnek az aetherre? Az interferenciakísérletek tanúsága szerint a fény hullám-szerűen terjed, a polarizáció pedig megmutatta, hogy ami terjed, az egy irányított mennyiség, egy vektor, mely a terjedés irányára merőleges. E két tapasztalatot a matematika nyelvén a következőképen fejezzük ki: Létezik egy  $\langle p$  fizikai mennyiség, melynek négyzete adja a fényhullámban az energiát, a megvilágítás erősségét, ez a  $p$  az  $x, y, z$  koordinátákkal jellemzett helynek és a  $t$  időnek a függvénye és e  $\langle p$  mennyiség hullám-szerű terjedése abban jut kifejezésre, hogy eleget tesz a

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \frac{1}{V^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (1)$$

differenciálegyenletnek, melyben  $V$  a hullámok terjedési sebessége a kérdéses közegben.  $\langle p$  egy vektor, mely a terjedés, az energiát, az energiát irányára merőleges. Ez a differenciálegyenlet a homogén, izotrop közegek optikájára vonatkozólag összegyűjthető tapasztalatnak összesűrített tartalma, az összes tapasztalatok összefoglalása. Belőle következik, levezethető minden idevonatkozó empirikus tapasztalati törvény. A *Maxwell* előtti időkben mármostan csak *egy* olyan irányított mennyiséget ismertek, mely ezt a differenciálegyenletet kielégítette, tehát hullám-szerűen terjedt: *a szilárd testek részeinek rugalmas elmozdulását*. A  $\langle p$  mennyiséget tehát szükségképen így értelmezték. A *Fresnel* és *Neumann* által kifejtett rugalmas fényelméletek tehát posztuláltak egy hypothetikus anyagot, az aethert, melynek akkora Tugal-

másságot és sűrűséget tulajdonítottak, hogy pl. vákuumban kiadódjon a fény kísérletileg megállapított  $c = 300.000$  km/sec terjedési sebessége. Ezzel az aetherhypothezissel azonban nyilván túlmentek a tapasztalaton. Az aetherre a hullámelméletnek csak azért van szüksége, hogy  $e$  kép alapján a  $\langle p$  mennyiség mint az aetherrészesek rugalmas elmozdulása értelmezhető legyen. A *Fresnel-* és *Neumann-féle* elméletek abban különböznek egymástól, hogy az előbbiben a fényvektor merőleges a polározás síkjára, az utóbbiban benne fekszik.

*Maxwell* (1831—1879) halhatatlan érdeme, hogy megszabadította a hullámelméletet az aethertől és annak összes kellemetlen sajátosságaitól. A középiskolában tanuljuk, hogy elektromos áram által átfolyt drótot koncentrikus körök alakjában mágneses *erővonalak* vesznek körül (Biot—Savart törvénye), és hogy egy zárt vezetőben elektromotoros erő indukálódik, elektromos áram keletkezik, ha változik a zárt vezető által körülfogott mágneses erővonalak száma (Indukció törvénye. Faraday). E két törvény konzekvens általánosítása a két híres Maxwell-féle egyenlethez vezetett. Ezek a Maxwell-féle egyenletek elektromos és mágneses erők közötti összefüggések. Egy mágneses erőter jellemezhető a  $H$  mágneses térerősségi vektorral, melynek iránya megmutatja a mágneses erő irányát a tér egy pontjában, és melynek hosszúsága arányos a mágneses erővel, mely az erőter egy pontjában a mágneses pólus egységére hat. A  $H$  vektor általában az erőter minden  $x$ ,  $y$ ,  $z$  pontjában és minden  $t$  időben más értékű, tehát  $H$  az  $x$ ,  $y$ ,  $z$  és  $t$  változók függvénye:  $H(x, y, z, t)$ . Mindenki emlékszik még a középiskolából a vasreszeléssel láthatóvá tett mágneses erővonalakra. A  $H$  vektoraink e görbék érintői. Ugyanígy az elektromos erőter, az elektromos erővonalak érintőit képező  $E(x, y, z, t)$  elektromos térerősségi vektorral jellemezhető. A tér minden pontjához tartozik  $H$  és  $E$ -nek egy-egy értéke, mely azonban az időben általában folyton változik, hol lassabban, hol gyorsabban. Általában tehát együtt létezhet ugyanabban a geometriai térben egy elektromos és egy mágneses erőter, vagyis ugyanabban a geometriai térben elektromos és mágneses erők egyidejűleg felléphetnek. A geometriai tér, melyben elektromos és mágneses erők fellépnek, akár ki lehet töltve valamilyen anyaggal, pl. levegővel, vízzel, petróleummal, paraffinnal stb., akár üres lehet, vagyis vákuum lehet benne, légtüres tér. A *Maxwell-féle* egyenletek szerint a *koexistáló elektromos és mágneses terek nem függetlenek egymástól*, ha az időben is változnak. Ha az időben nem változnak, vagyis a  $H$  és  $E$  vektorok csak az  $x$ ,  $y$ ,  $z$  koordináták függvényei, de a  $t$  időnek nem, úgy a koexistáló elektro-

mos és mágneses tereknek semmi közük egymáshoz. Az időben is változó elektromos és mágneses erők Maxwell egyenletei szerint úgy függenek össze, hogyha egy helyen változik az időben az elektromos térerősség, úgy (koncentrikus körökben) örvénylik körülötte a mágneses térerősség (Biot—Savart-törvény általánosítása) és megfordítva, ha változik egy helyen az időben a mágneses térerősség, úgy örvénylik körülötte az elektromos térerősség. A mágneses térerősség örvénye arányos az elektromos térerősség időbeli változásával, az arányossági tényező  $\frac{1}{c}$ , hol  $e$  a teret betöltő anyag dielektromos állandója és  $c$  egy viszonyszám, melyről rögtön szó lesz és megfordítva az elektromos térerősség örvénye arányos a mágneses térerősség időbeli változásával, az arányossági tényező  $\frac{1}{c}$ , hol  $U$  a teret betöltő anyag mágneses permeabilitása és  $c$  ugyanaz a viszonyszám.

A  $c$  viszonyszám, mely itt szerepel, azt mondja meg, hogy az elektromos töltés, vagy az elektromos áram egysége az  $ú$ . n. elektromágneses mértékrendszerben hányszor nagyobb, mint az  $ú$ . n. elektrosztatikai mértékrendszerben. Ez tehát úgy határozható meg, hogy egy és ugyanazt az áramot megmérjük az elektrosztatikai mértékrendszerben (hol az egység kicsiny) és ott kapunk egy nagy  $I$  mérőszámot és az elektromágneses mértékrendszerben (hol az egység nagy) és ott kapunk egy kicsiny  $i$  mérőszámot és  $e$  kettőt elosztjuk egymással:

$$\frac{I}{i} = c \dots \dots \dots (2)$$

Számos kutató gondos mérései alapján  $c = 30.000.000.000 = 3 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$

E viszonyszám dimenziója gyanánt a sebesség dimenziója adódott. Mind-egyik Maxwell-egyenlet egy vektoregyenlet, tehát összetevőkre bontva  $2 \times 3 = 6$  egyenletünk van, melyekben az elektromos térerősség három  $E_x, E_y, E_z$ , derékszögű összetevője és a mágneses térerősség  $H_x, H_y, H_z$ , összetevői szerepelnek. E hat egyenlet alkalmas kombinációja révén megmutatható, hogy az  $E_x, E_y, E_z, H_x, H_y, H_z$ , hat mennyiség mindegyike eleget kell tessen a

$$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} = \frac{\epsilon \mu}{c^2} \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_y}{\partial z^2} = \frac{\epsilon \mu}{c^2} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$$

stb. differenciálegyenleteknek. Ez azonban nem egyéb, mint a hullámszerű terjedést leíró fenti differenciálegyenlet, ha  $\mathfrak{r} = E_x$  vagy  $\mathfrak{r} = E_y$  és  $V^2 = \frac{c^2}{\epsilon \mu}$ -t írunk. Ebből *Maxwell* arra következtetett, hogyha a tér egy helyén az időben változtatja az elektromos vagy mágneses térerősséget, a változásnak  $V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$  sebességgel hullámszerűen terjedni kell. E hullámban nem is egy, hanem mindjárt két vektor terjed: az elektromos és a reá merőleges mágneses és mindkettő merőleges a terjedés irányára. *Maxwell* így elméleti úton megjövendölte elektromágneses hullámok létezését. *Maxwell* már nem élte meg az elektromágneses hullámok kísérleti megvalósítását, mely először *Hertz*nek sikerült 1887-ben. Azonban már 1865-ben rámutatott *Maxwell* arra, hogy mivel a légüres térben a dielektromos állandó « — 1 és a mágneses permeabilitás  $n = 1$ , tehát az elektromágneses hullámoknak légüres térben  $V = c = 3 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  — sebességgel kell terjedniök. Mivel a fény terjedési sebessége a légüres térben *Fizeau*, *Römer*, *Foucault* stb. mérései szerint szintén  $3 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  — értékűnek adódott, *Maxwell* a fényhullámokat is elektromágneses hullámoknak deklarálta. Ilymódon megszabadultunk a kellemetlen aether-től, összes nyakatekert sajátságaival egyetemben, a fényvektor az  $E$  elektromos (*Fresnel*) vagy a  $H$  mágneses (*Neumann*) térerősség, melyek egymásra és a terjedés irányára merőlegesek. A *Hertz* által létesített elektromágneses hullámok és a fényhullámok csak a hullámok hosszúságában különböznek egymástól. *Hertz* hullámai méteres hosszúságúak voltak, a fényhullámok hossza pedig, pl. a zöld hullámoké 00005 mfrn nagyságrendű. Az energiaszállítás a hullámban pro másodperc és pro  $\text{cm}^2$  hullámfront arányos  $E^2$  vagy  $H^2$ -el. Mivel  $E$  és  $H$  az idő periodikus függvényei, az időbeli középértékük veendő. Azonkívül, és ezt különösen hangsúlyozom, pl. egy sík hullámban az energiaszállítás egyenletes és folytonos az egész hullámfronton, vagy hullámfelületen. Hogyan történik elektromágneses hullámok előállítása? Ezt mindnyájan jól tudjuk ma már. Egy antennába, az egyszerűség kedvéért egy egyenes drótba váltakozó áramot vezetünk. Ha a váltakozó áram periódusa  $\nu \text{ sec}^{-1}$ , vagyis egy másodperc alatt a váltakozó áramnak  $\nu$  teljes periódusa van, akkor a hullám hosszúsága:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cm sec}^{-1}}{\nu \text{ sec}^{-1}}$$

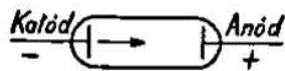
Pl. ha a budapesti hálózat váltakozó áramát választjuk, mélynek periódusa másodpercenként 50, akkor a nyert hullámhosszúság

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cm sec}^{-1}}{50 \text{ sec}^{-1}} = 6000 \text{ Km.}$$

Lényeges, hogy az antennába váltakozóáramot vezessünk. Egyenárammal nem kapunk elektromágneses hullámokat, hanem csak a Biot—Savart-törvény szerinti magnetosztatikai teret. Az egyenáramban az elektromos töltés az időben állandó sebességgel mozog, a váltakozóáramban változó sebességgel, vagyis gyorsul. *Elektromágneses hullámok tehát csak úgy keletkeznek, ha elektromos töltések gyorsulva mozognak.* Az elektromágneses fényelméletből tehát nyilván az anyag elektromos szerkezetére következtethetünk, mert ha az anyag fényt sugároz ki magából, akkor kell, hogy az anyagban, annak molekuláiban és atomjaiban elektromos töltések gyorsulva mozogjanak. Itt elsősorban, mint az antennánál, periodikus, rezgő mozgásokra gondolunk.

Másrészt viszont az elektrolízis és a ritkított gázokban végbemenő elektromos vezetés jelenségei közvetlen bizonyítékait szolgáltatták annak, hogy az atomokban és molekulákban elektromos töltések, elektromos töltésű részecskék vannak. Mi az az elektrolit? Ha megsózom a levesemet, elektrolitot kapok. Beledobtam neutrális NaCl molekulákat és ezek szétestek pozitív elektromos töltésű Na-atomokra, ezek a nátriumionok és negatív elektromos töltésű klóriónokra. A nátriumion pozitív töltése ugyanakkora, mint a klórión negatív töltése:  $1.6 \times 10^{-10}$  Coulomb. Ha két fémelektrodot dugunk az elektrolitbe, melyekre potenciálkülönbséget kapcsolunk, pl. a városi hálózatból, úgy elektromos töltésű részecskéink, az ú. n. ionok az elektromos erők hatására mozognak, a + töltésű ionok a negatív potenciálú elektród felé, a negatív ionok ellenkező irányban és létesül az elektromos áram az elektrolitén keresztül. Ha sósavat öntünk vízbe, vagyis HCl molekulákat, úgy pozitív hidrogéniont és negatív klóriont kapunk. A töltések (abszolút értékben) megint ugyanakkorák, de a hidrogénion tömege nyilván kisebb, mint a nátriumioné, mert hiszen a hidrogénatom kisebb tömegű. Sőt a hidrogénion a legkisebb tömegű ion. Ennél kisebb tömegű elektromosan töltött részecske az elektrolízisben nem szerepel. A ritkított gázokban végbemenő elektromos vezetés tanulmányozása révén fedezték fel az elektront, melynek negatív töltése szintén  $1.6 \times 10^{-10}$  Coulomb, de melynek tömege csak 1868-ad része

a legkisebb tömegű) hidrogénion tömegének. Ha egy üvegcsőben, mely két elektróddal van ellátva, a gáz nyomását néhány tized Hg m/m-re csökkentjük, úgyhogy a gázban önálló vezetés létesülhet és az elektródokra nagyfeszültségű egyenáramú áramforrást kapcsolunk, a negatív katódról kiinduló ú. n. katódsugár részecskéi az elektronok. Töltésük előjele, valamint az  $e$  töltésüknek  $m$  tömegükhöz való viszonya, az ú. n. fajlagos töltés, valamint sebességük is meghatározható volt azon eltérések alapján, melyek megfigyelhetők, ha a katódsugarat az ábrában nyíllal jelzett irányra merőleges elektromos és mágneses terekbe helyezzük. Nem térhetek ki itt részletesebben a fizikának erre a romantikus fejezetére, mely olyan nagy izgalmakat váltott ki; részben azért, mert kapcsolatba került az akkor fejlődő speciális relativitáselmélettel és a tömeg fogalmának egy új koncepcióját hozta. Ez a fejlődés éppen göttingeni diákkoromba esett és nem lehetett nyugodtan ebédelni az ottani vendéglőkben a röpködő elektronok miatt, mindenki állandóan róluk beszélt. Igen



2. ábra.

tanulságos objektumok voltak, főleg nagy sebességük miatt, mely elérte a fény sebességének századrészét, sőt tizedrészét. Először nyílt alkalom a Newton-féle mechanika törvényeinek érvényességét ily nagy sebességű részecskék mozgásában próbára tenni. A nagy szenzáció akkor jött, mikor *H. A. Lorentz* a Zeeman-jelenség elmélete alapján kimutatta, hogy pont ezek az elektronok azok az elektromos töltések, melyek gyorsuló mozgásai az atomban okozzák a fény kibocsátását. A Zeeman által 1896-ban felfedezett magnetooptikai jelenség lényege a következő: A lég-nemű halmazállapotban levő anyagok, pl. gázok, fémgőzök által kibocsátott színeképvonalak száma megszorodik, ha a kérdéses gáz, vagy fém atomjai fénykibocsátás közben mágneses térben tartózkodnak. Legegyszerűbb esetben egy  $X$  hullámhosszúságú színeképvonal mindkét oldalán fellép egy  $X + dX$  hullámhosszúságú színeképvonal. Ez a Zeeman-triplet. A triplet három összetevője jellegzetes polárizációt mutat. A helyett, hogy  $X$  hullámhosszúságuk alapján különböztetjük meg a triplet összetevőit, a  $\nu$  frekvenciát is használhatjuk e célra, mert

$$\lambda \nu = c,$$

hol  $c$  a fény sebessége. Ekkor beszélünk  $\nu$  frekvenciájú színeképvonallról és  $\nu \pm d\nu$  Zeeman-összetevőkről.

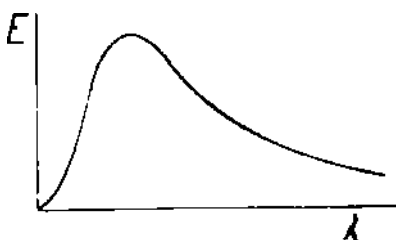
A Zeeman-jelenséget *Lorentz* a következőképpen értelmezte: Ha egy atóm  $v$  frekvenciájú fényt bocsát ki, akkor benne valamilyen  $e$  elektromos töltésű és  $m$  tömegű részecske  $v$  frekvenciájú harmonikus rezgést végez. Az atóm egy piciny antenna, melyben  $v$  frekvenciájú váltakozóáram folyik. Mozgó töltések elektromos áramot képviselnek. Ha elektromos töltések mágneses térben mozognak, úgy erők működnek rájuk, hiszen közismert, hogy elektromos áramokra mágneses terek erőket fejtenek ki; ezen alapszik az elektromotor. Ha tehát az atómban  $v$  frekvenciájú harmonikus rezgést végző elektromos töltésű részecskék mágneses térbe kerülnek (a fényforrást erős elektromágnes sarkai közé helyezzük), akkor a rájuk működő erők hatására a  $v$  frekvenciájú harmonikus rezgés módosul; a keletkező új mozgás  $v$  és  $v \pm d$   $v$  frekvenciájú rezgések eredőjének tekinthető, ahol a  $+ dv$  mágneses felbontás arányos egyrészt a mágneses térerőséggel, másrészt a rezgő részecskét jellemző - hánvadossal. Ha tehát megméri a fizikus a  $d$   $v$  mágneses

ni felbontását egy színekpivonalnak és a  $H$  mágneses teret, melyben a felbontás létesült, akkor ezen adatok birtokában kiszámíthatja az atómban rezgő elektromos töltésű részecskét jellemző — hánvadost. Ily mérések alapján az elektront jellemző hánvadost adódott és így az elektront identifikálták, mint a fénykibocsátásért felelős elektromos töltésű részecskét.

Idáig tehát minden rendben lett volna, az elektromágneses fényelmélet kielégítő magyarázatát adta az optikai tapasztalatoknak és az elektronban megtalálták az atómban helyet foglaló elektromos töltésű részecskét is, melynek gyorsuló mozgásai az elektromágneses fényhullámok emissziójára vezetnek. Ezek szerint a fényforrásokban tehát piciny antennák vannak, a periodikusan gyorsuló elektronok és ezek sugározzák ki a fényforrás fényét képező elektromágneses hullámokat. Ezeket az elektromágneses hullámokat két sajátságukkal jellemezhetjük: hullámhosszúságukkal és erősségükkel. Az előbbi sajátság az, ami a rádióprogramokban is meg van adva, mint az antenna, az adóállomás emissziójának jellemzője. A másik sajátságot illetően pedig rádióvevőkészülékek kezelésénél tapasztaljuk, hogy egyes állomások kellően behangolva erősebben hallhatók már kisebb erősítésnél is, míg mások ugyanolyan erősítéssel gyengébben. A fényforrások által kisugárzott elektromágneses hullámokra vonatkozóan a spektroszkópia szolgál a megfelelő információkkal. A spektroszkópiai eredmények megmondják, hogy egy fényforrás fényében mily hullámhosszak, vagyis mily színek szerepelnek és



mily erősségben. Ez graphikusan is ábrázolható, ha egy koordináta rendszerben az abszcisszatengelyre felmérjük az elektromágneses hullám  $X$  hullámhosszát, ami a színt jellemzi és az ordináta tengelyre az illető hullámhosszágú hullám, szín  $E$  erősségét. Ha ezt különböző fényforrásokra elvégezzük, a graphikonoknak két különböző típusát kapjuk. A 3. ábrában látjuk egy szilárd vagy folyékony halmazállapotú fényforrás emisszióját jellemző görbét, a 4. ábrában egy légnemű halmazállapotú fényforrás jellemző görbét. A szilárd vagy folyékony halmazállapotú fényforrások emissziójában minden hullámhossz jelen van, csak különböző erősségben, ez egy ún. folytonos spektrum, folytonos színekép; ezzel szemben a légnemű halmazállapotú fényforrások színeképe „vonalas“, abban csak egyes színek, egyes hullámhosszúságok szerepelnek, egész sereg hullámhossz, szín pedig hiányzik. A 4. ábra példájában jelen vannak pl. a  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  hullámhosszak és minden egyéb hiányzik. A hiányzók részben a jelenlevők közé esnek, mint pl.  $\lambda^*$ . részben azokon kívül mint pl.  $\lambda$ .



3. ábra.

A légnemű halmazállapotú fényforrások tehát különbözhetnek és különböznek is egymástól abban, hogy mely  $\lambda > 1 \dots$  hullámhosszúságok vannak jelen emissziójukban, míg ily különbségek szilárd halmazállapotú fényforrások között nem lehetnek, mert hiszen ily fényforrások emissziójában minden hullámhosszúság szerepel. Szilárd halmazállapotú fényforrások tehát kizárólag a 3. ábrában látható jellemző görbe alakjában különböznek egymástól, vagyis abban, hogy milyen a spektrális energiaeloszlásuk, hogy melyik hullámhosszúság, vagyis szín mekkora energiával kerül emisszióra. A légnemű testekben az atomok vagy molekulák messze vannak egymástól (átmérőjükhöz képest); a kisugárzott fény az atomok vagy molekulák sajátos hangolása. Ha tehát feltesszük a kérdést, hogyan jön létre az atomokban és molekulákban lévő miniatűr antennáknak sajátos hangolása, mely a kisugárzott sajátos

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$  stb. hullámhosszakra vezet, úgy ezzel az anyag szerkezetének egy alapvető problémáját érintettük, melyre még részletesen vissza fogunk térni. A gázok emisszióját rendszerint elektromos áram segítségével, elektromos kisülésekkel gerjesztjük. Egy szilárd test, pl. fémdrót akárhogy felmelegítve izzásba jön. Ez a hőmérsékleti izzás, thermikus emisszió. Az izzólámpában az izzást természetesen elektromos fűtéssel érjük el.

Különböző anyagú, hőmérsékleti izzás révén fényt kibocsátó testek között egy nevezetes összefüggés van, melyet *Kirchhoff* törvénye fejez ki. E törvényben két mennyiség szerepel, az izzó test felületének emisszióképessége és abszorpcióképessége. Az izzó test felületének emisszióképessége alatt azt az energiamennyiséget értjük, melyet a felület egysége, pl.  $1 \text{ cm}^2$ , az időegység, az  $1 \text{ mp}$  alatt kisugároz. Egy cseresznyepirosan izzó vaskályha felülete kék fényt alig sugároz ki, vörös fényt pedig sokat. A kisugárzott energia mennyisége tehát attól függ, hogy mily színű, vagyis mily hullámhosszúságú fényre vonatkoztatjuk az emisszióképességet. Azt mondjuk, hogy az emisszióképesség a szín, vagyis a  $X$  hullámhosszúság függvénye. Ha jól bedurrantanak a vaskályhába, felülete sárgán, majd fehéren izzik; mennél magasabb a hőmérséklete, annál több sárga meg kék fényt sugároz ki. Tehát függ az emisszióképesség a felület  $T$  hőmérsékletétől is. Jelöljük az emisszióképességet  $e$ -vel. Azt a tényt, hogy  $e$  a  $X$  hullámhosszúság és a  $T$  hőmérséklet függvénye, így fejezzük ki szimbolikusan:  $e(X, T)$ . Egy felület abszorpcióképessége, elnyelőképesége alatt a reaeső sugárzásnak azt a tört részét értjük, melyet a felület nem ver vissza. Ez az  $a$  elnyelőképeség szintén a  $X$  hullámhosszúság és  $T$  hőmérséklet függvénye:  $a(X, T)$ . *Kirchhoff* törvénye már mostan azt mondja, ha különböző anyagú testek, pl. vas, réz, platina, üveg stb.  $e_1(X, T)$ ,  $e_2(X, T)$ ,  $e_3(X, T)$ ,  $e_4(X, T)$  stb. emisszióképességeit és  $a_1(X, T)$ ,  $a_2(X, T)$ ,  $a_3(X, T)$ ,  $a_4(X, T)$  stb. elnyelőképeségeit viszonyba állítjuk, úgy

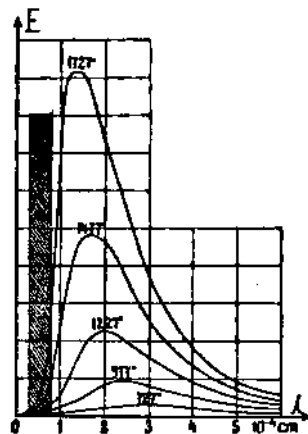
$$\frac{e_1(\lambda, T)}{a_1(\lambda, T)} = \frac{e_2(\lambda, T)}{a_2(\lambda, T)} = \frac{e_3(\lambda, T)}{a_3(\lambda, T)} = \frac{e_4(\lambda, T)}{a_4(\lambda, T)} = \text{stb.} \dots \dots \dots (4)$$

Az emisszióképesség és elnyelőképeség hányadosa tehát nem függ a test anyagi minőségétől. Mégegyszer hangsúlyozom, hogy úgy  $e$ , mint  $a$  felületre vonatkoztatott mennyiségek. Egy oly test, melynek felülete bármely hőmérsékleten a reaeső bármely hullámhosszúságú sugárzásból semmit sem ver vissza melynek  $A$  elnyelőképesége tehát  $T$  és  $X$  minden értéke mellett egyenlő 1-gyel az *abszolút fekete test*. *Kirchhoff* törvénye erre is érvényes, ha tehát ennek emisszióképességét  $E(X, T)$ -vel jelölöm, úgy írhatjuk, hogy

$$\frac{e_1(\lambda, T)}{a_1(\lambda, T)} = \frac{e_2(\lambda, T)}{a_2(\lambda, T)} = \dots = \frac{E(\lambda, T)}{A \lambda, T} = E(\lambda, T). \dots \dots \dots (5)$$

$E(\lambda, T)$ , az abszolút fekete test emisszióképessége tehát egy igen nevezetes univerzális függvény, mely megadja bármely test felületére vonatkozóan az -, hányadost. Ezért a kísérleti fizikusok az  $E(\lambda, T)$  függvényt nagy gondal és körültekintéssel végzett pontos mérésekkel meghatározták. E mérések céljára meg kellett valósítani az abszolút fekete testet. Egy kicsiny nyílás, egy lyuk egy üreg falán egy abszolút fekete test; bármely hullámhosszú sugárzás esik is egy ily lyukra, a lyuk semmit sem ver belőle vissza, a lyukon minden behatol az üregbe, bármekkora is az üreg hőmérséklete. Emlékeztetek itt arra, hogy nagy szobák aránylag kicsiny nyitott ablaka nappal az utcáról nézve fekete, azon minden sugárzás behatol a szobába, a nyitott ablak nyílása semmit sem ver vissza.

Ezen elv alapján egy grafitfalu üreg kicsiny nyílása szolgáltatta a fekete testet. Az üreg grafitfalait különböző állandó  $T_i, T_j, \dots$  stb. hőmérsékleteken tartva megmérték az üreg nyílásából kilépő sugárzásban az energia eloszlását a különböző hullámhosszúakra. Az eredmények az 5. ábrában láthatók. Mindegyik görbe egy meghatározott hőmérsékletre vonatkozik. A hőmérséklet emelkedésével a sugárzás maximuma eltolódik a rövid hullámhosszak, a színek kék vége felé, a sugárzás fehéredik. A vaskályha is először vörösén, majd a hőmérséklet emelkedésével sárgán és végül, mikor már oly magas a hőmérséklete, hogy számottevő mennyiségű kék fényt is kisugároz, fehéren izzik.



5. ábra.

E görbékre, a fekete sugárzás törvényeire összpontosult most az elméleti fizikusok erőfeszítése. Igyekeztek e törvényeket, e görbék analitykai kifejezését a thermodynamika és az elektromágneses tér alaptörvényeiből levezetni *Lord Rayleigh, Jeans, W. Wien* nevei fűződnek e küzdelemhez, mely azonban meddő maradt. A fekete sugárzás törvényének visszavezetése a thermodynamika és az elektromágneses tér alaptörvényeire meghiúsult. A probléma megoldását *Max Planck* adta, aki megmutatta, hogy a fekete sugárzás törvényeinek elméleti levezetése az említett alapokból csak úgy lehetséges, ha fel-

adjuk a sugárzás emissziójának és abszorpciójának folytonosságát és feltesszük, hogy mindkét folyamat csak ugrásszerűen mehet végbe. Ha a fényforrásul szolgáló anyag belsejében lévő miniatűr antennák energiataralma az anyag fénykibocsátása folytán csökken, vagy fényelnyelés folytán növekszik, úgy ez a csökkenés vagy növekedés nem mehet végbe folytonosan, hanem egy bizonyos energiaadagnak az egész számú többszörösével változhat csak az anyagban lévő piciny antennák energiataralma, a kisugárzott, vagy elnyelt fény energiája az említett energiaadagnak csak egész számú többszöröse lehet. A kérdéses energiaadagnak a nagyságát is megadta *Planck*. Ha  $\nu$  frekvenciájú fény kibocsátásáról vagy elnyeléséről van szó, az adag:  $h\nu$ , hol  $h$  egy univerzális állandó, az ún. *Planck*-féle állandó. Értéke:  $h = 655 \times 10^{-27}$  erg sec. Ez az állandó a  $\text{sec}^{-1}$  dimenziójú  $\nu$  frekvenciával szorozva tényleg energiát, erget ad. Kék fénynek a  $\nu$  frekvenciája nagyobb, kb. kétszer akkora, mint a vörös fényé, ezért a kék fény energiaadagja kb. kétszer akkora, mint a vörös fényé. Még sokkal, kb. 10.000-szer nagyobb a Röntgen-fény energiaadagja, mert a Röntgen-fény hullámhosszúsága kereken 10.000-szer kisebb, mint a látható fényé. A fekete sugárzás elméleti tanulmányozása tehát erre a hallatlan horderejű felfedezésre vezetett; ez volt az adagelméletnek, a kvantumelméletnek a születése. A fizikában eddig a hullámhosszúsággal, vagy reciprok értékével, a frekvenciával jellemzett szín egyrészt és az energia mennyisége másrészt, mint a sugárzás két különálló, egymástól független sajátos szerepelt. A *Planck*-féle koncepcióban a színnek befolyása van, ha nem is a sugárzás egész energiájának nagyságára, de azoknak az adagoknak, fénykvantumoknak a nagyságára, melyeknek csak egész számú többszöröse lehet a sugárzás energiája.

Ennek az egészen újszerű *Planck*-féle felfedezésnek hatalmas jelentőségét már kezdetben mutatta az a körülmény, hogy egyszersmind a *fényelektromos jelenség* törvényének egyszerű értelmezése vált lehetővé *Planck* gondolata alapján.

A fényelektromos jelenség a következő: Már *Hallwachs* tapasztalta, hogy egy fémlemez, ha fénnel megvilágítjuk, pozitív elektromos töltést kap. A későbbi vizsgálatok szerint a fénnel megvilágított fémlemez pozitív töltése úgy jön létre, hogy a megvilágító fény hatására negatív elektromos töltésű részecskék, az általunk már ismert elektronok távoznak a fémlemezből és így az eredetileg neutrális fémlemez pozitív töltésűvé válik. *Lenard* híres kísérleti vizsgálatai szerint: 1. az időegység alatt a fémlemezből a fény hatására kilépő elektronok száma arányos a megvilágító fény erősségével és

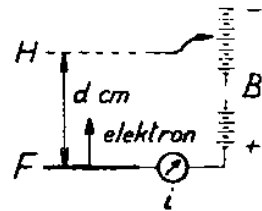
2. a kilépő elektronok sebessége annál nagyobb, mennél rövidebb a megvilágító fény hullámhossza, vagyis mennél nagyobb a frekvenciája, de nem tûg a megvilágító fény erõsségétõl.

A késõbbiek szempontjából igen tanulságos lesz kissé részletesebben foglalkozni a módszerrel, mellyel *Lenard* az elektronok sebességét megmérte. Ha egy labdát függõyiesen felfelé hajítunk, annál magasabba emelkedik, mennél nagyobb sebességgel indítottuk el. Mikor visszaesve földet ér, a sebessége pontosan akkora, amekkora sebességgel felfelé elindult. Ha  $v_0$  kezdõsebességgel indult el felfelé, akkor a felfelé haladás folyamán ez a  $v_0$  sebesség fokozatosan zérusra csökken; mikor a labda sebessége zérusra csökkent, a labda megfordul, visszafelé kezd esni, sebessége folyton nõvekszik és mire visszaér a földre, a sebessége ismét  $v_0$ . Ha tudom az összefüggést a  $v_0$  kezdõsebesség és az elért  $h$  magasság között, akkor megmérve az elért  $h$  magasságot, az ismert összefüggés alapján  $v_0$ -t kiszámíthatom. így járt el *Lenard*. A felfelé hajított labda sebessége azért csökken, és a labda végül is azért fordul meg és kezd el visszafelé esni, mert mozgása a Föld nehézségi erõterében megy végbe, melyben az  $m$  tömegû labdára állandóan mûködik az  $mg$  nehézségi erõ ( $g$  a nehézségi gyorsulás), mely lefelé gyorsítja. Ha az  $m$  tömegû labdát  $v_0$  kezdõsebességgel indítom el, úgy  $mv_j'$  kinetikai energiával indítottam el. Míg felfelé emelkedik  $h$  magasságra, ez a kinetikai energia átalakul az  $mg/i$  potenciális (a  $h$  magasság által megszabott helyzeti)

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv_0^2 &= mgh, \\ v_0 &= \sqrt{2gh} \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (6)$$

Ez az a bizonyos összefüggés  $h$  és  $v_0$  között.

Így labdázott *Lenard* az elektronokkal különbözõ potenciális energiájú helyek között. Kísérleti berendezésének elvi vázlata a 6. ábrában látható.  $F$  a megvilágított fémlemez,  $H$  egy drótháló. A kettõ közé a  $B$  akkumulátor-battéria van kapcsolva úgy, hogy  $H$  a battéria negatív és  $F$  a battéria pozitív sarkára van kötve. Ha a battériából  $V$  volt feszültséget kapcsoltunk be és  $H$  és



6. ábra.

$F$  távolsága  $d$  cm, akkor  $H$  és  $F$  között  $\frac{V}{d}$  erõségû elektromos erõteret létesítettünk. Amikor a megvilágítás hatására  $F$ -bõl kiugró  $e$  töltésû elektron

energiává:

ebben az erőterben mozog, állandóan működik rá az  $\frac{eV}{d}$  erő, mely az  $F$  lemez felé gyorsítja  $\frac{eV}{dm}$  gyorsulással, ha  $m$ -mel jelölöm az elektronlabda tömegét. Ezt az  $\frac{eV}{dm}$  mennyiséget, az elektron gyorsulását az elektromos erőterben kell a (6) formulában a  $g$  nehézségi gyorsulás helyébe írni. Hogy az elektron az  $F$  felé gyorsító  $\frac{eV}{d}$  erő ellenére elérje az  $F$ -től  $h = d$  távolságra lévő  $H$  dróthálót, akkora  $v_0$  sebességgel kell indulnia, hogy

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = m \cdot \frac{eV}{dm} \cdot d$$

legyen, tehát

$$\frac{1}{2} v_0^2 = \frac{e}{m} V \dots\dots\dots (7)$$

*Lenard* meg akarta mérni azt a  $v_0$  kezdősebességet, mellyel az elektronok a megvilágítás hatására  $F$ -ből kilépnek. Ezért  $F$  megvilágítása mellett úgy választotta meg a  $B$  battriából kivett  $X$  volt feszültséget, hogy az elektronok éppen elérjék a  $H$  hálót. Azt, hogy az elektronok a  $H$  hálót elérik, arról tehet észrevenni, hogy töltésüket  $H$ -nak átadva, a bekapcsolt árammérő  $i$  áramot jelez. A  $V$  feszültségnek, melyet a battriából kiveszünk, van egy  $V$  határértéke, melynél, ha nagyobbat kapcsolunk be, nincs  $i$  áram, ha kevesebbet kapcsolunk be, van  $i$  áram. Ez a  $V$  határfeszültség (7)-be helyettesítve adja a fény hatására kilépő elektronok  $v_0$  sebességét. A formulában még szereplő — hányados értéke, mint láttuk, más mérésekből már ismeretes. Az elektronlabda sebességét tehát voltmeterrel mérjük, vagy elektronmeterrel, szóval olyan eszközzel, mely alkalmas potenciálkülönbségeknek, vagyis helyzeti energiakülönbségeknek a mérésére, amit elektromos erőterekben *Voltokban* fejezünk ki. A nehézségi erőterben a helyzeti energiakülönbségek magassági méterekben méterrúddal mérhetők.

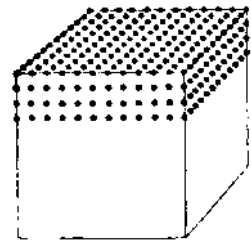
*Lenard* már mostan azt találta, hogy a fémlemezből a kék fény hatására távozó elektronok sebessége nagyobb, mint a vörös fény hatására távozó elektronoké. Ez összhangban van *Planck* koncepciójával, jegyezte meg *Einstein*, mert hiszen a kék fénynek rövidebb lévén a  $X$  hullámhosszúsága és nagyobb a » frekvenciája, tehát nagyobb a  $h\nu$  energiaadagja is. Ha egy a fémbe lévő elektron a kék fény nagyobb  $h\nu$  energiaadagját nyeli el, úgy

nagyobb  $j m v_0^2$  energia áll rendelkezésére a fémlemezről való távozás alkalmával, tehát nagyobb  $v$ , sebességgel fogja elhagyni a fémlemez. Az Einstein-féle fényelektromos alaptörvény, melyért Einstein első ízben kapta a Nobel-díjat, tehát így szól:

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + P = h \nu, \dots\dots\dots (8)$$

hol  $P$  egy a fémlemez jellemző állandó, az ú. n. kilépési munka. E törvény értelmében tehát nagyobb  $\nu$  frekvenciákhoz nagyobb  $v_0$  kilépési sebességek tartoznak.  $P$  az az energia, melyre az elektronnak szüksége van, hogy egyáltalában, vagyis  $v_0 = 0$  — *zérus* sebességgel elhagyja a fémlemez. E jelenség-nél tehát a fény színe, melyet az *Einstein-éle* fényelektromos alaptörvényben a  $\nu$  frekvencia jellemez, elektronok  $\frac{1}{2} m v_0^2$  kinetikai energiájának nagyságát szabja meg. Einstein törvénye a tapasztalattal számszerűen egyezvén, nyomatékosan demonstrálta *Planck* gondolatának termékenységét.

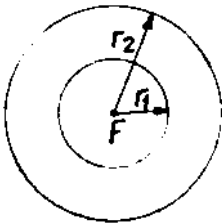
Nézzük most meg a fényelektromos jelenségnek a mechanizmusát a fény hullámelmélete és a fény korpuszkuláris elmélete szempontjából. Erre vonatkozóan *Richtmyer* a következő számítást végezte: Mérsékelt megvilágítás mellett egy nátrium fotocella vákuumban négyzetcentiméterenként adhat  $1 \times 10^{-11}$  Ampère fotoáramot. Az elektron töltése  $1.6 \times 10^{-19}$  Coulomb lévén, ez megfelel  $6.28 \times 10^7$  darab elektron kibocsátásának pro négyzetcentiméter és pro másodperc. Ezek az elektronok a nátriumfotocella felületének legfelső rétegeiből jönnek. A nátrium köbcentiméterenként  $2.55 \times 10^{23}$  darab atomot tartalmaz. Ha feltesszük, hogy ezek az atomok a nátriumban egy reguláris térrács pontjaiban, vagyis a 7. ábrában jelzett módon szabályos sorokban, oszlopokban és rétegekben helyezkednek el, úgy egy 1 centiméter



7. ábra.

hosszú él mentén  $\sqrt[3]{2.55 \times 10^{23}} = 2.95 \times 10^7$  darab atomot találunk. Egy négyzetcentiméter nagyságú felületen egy atomnyi mélységű rétegben tehát  $(2.95 \times 10^7)^2 = 8.7 \times 10^{14}$  darab atom lesz és 10 atomnyi mélységű rétegben tízszer annyi, vagyis  $8.7 \times 10^{15}$  darab atom. Ha feltesszük, hogy a fény hatására kilépő fotoelektronok ebből a legfelső, kb. 10 atomnyi mélységű rétegből származnak, akkor azt találjuk, hogy ez a  $8.7 \times 10^{14}$  darab atom másodpercenként csak  $6.28 \times 10^7$  darab elektront bocsát ki a fény hatására, tehát

138,000.000, azaz 138 millió atom csak egyetlen elektront. A fény hullám-elmélete szerint valamely  $F$  fényforrásból (8. ábra) induló fény gömbalakú hullámokban terjed minden irányban ugyanakkora  $c$  sebességgel és energiája egyenletesen van szétkenve a gömbhullám egész felületén. A hullám kibocsátása óta eltelt  $G =$  időpontban, tehát a hullám energiája egyenletesen eloszlik a  $4\pi r_1^2$  gömbfelületen, a  $t_2$  — időpontban a  $4\pi r_2^2$  gömbfelületen és így tovább. Az elektron kibocsátásához szükséges energia  $e$  hullám energiájából származván, valamelyik atomnak ezt az energiamennyiséget a hullám energiájából el kell nyelnie, hogy annak fejében az elektron kiszabaduljon az atom kötelékéből. Az energia a gömbhullám felületén egyenletesen lévén elkenve, az egy



8. ábra.

négyzetcentiméternyi felületen 10 atomnyi mélységű rétegben elhelyezkedő 138 millió atom mindegyikét ugyanakkora energiamennyiség éri a gömbhullám energiájából, tehát mindegyik atom ugyanakkora energiamennyiséget nyelhet el a reáeső fényenergiából, tehát mindegyiknek ugyanakkora esélye van egy elektron kibocsátására. Mi határozza meg, mi jelöli ki a 138 millió az egyetlen egyet, mely az általa abszorbeált fény-

atom közül azt az egy elektront kibocsát? Erre a kérdésre a klasszikus hullámelmélet nem tud felelni. A hullámelmélet nehézségei a fényelektromos elektronkibocsátás mechanizmusának értelmezése körül még szembetűnőbbek lesznek, ha ismét Richtmyer nyomán utánaszámolunk, hogy mennyi időt vesz igénybe pl. 0'1 métergyertyás megvilágítás mellett annak az energiamennyiségnek egy nátriumatom által való elnyelése, mely egy elektron kibocsátásához szükséges? Ilyen 0'1 métergyertyás megvilágítás mellett már jól mérhető fényelektromos áramot kapunk. A nátrium kék és ultraibolya fény hatására bocsát ki fotoelektronokat. A megvilágító fény színekében eloszló energiának csak igen csekély része, egy százaléknál kevesebb esik a színek kék és ultraibolya részébe. Az 0'1 métergyertyás megvilágítás mellett a színek kék és ultraibolya részébe eső energia mindenesetre kevesebb, mint 0'05 erg pro négyzetcentiméter és pro másodperc. Mivel a nátriumnak a színek ezen részében nagy a visszaverőképessége, az elnyelt energia, mely az elektronok kibocsátásánál hasznosítható, mindenesetre kevesebb, mint 0'001 erg pro négyzetcentiméter és pro másodperc. Ez az energia eloszlik a 10 atom mélységű felületi réteg



$87 \times 10^{15}$  darab atomja között, egyre tehát  $\frac{0.001}{871 \times 10^{15}} = 1.1 \times 10^{-19}$  erg energia jut másodpercenként. A (8) alatti fényelektromos alaptörvényből látható,

hogy X — 0'00004 cm hullámhosszúságú ultraibolya fény által kiugrasztott fotoelektronoknak  $h\nu = 6'55 \times 10^{-27} \times 0'75 \times 10^{15} = 5 \times 10^{-12}$  erg energiát kell adni, hogy kilépjenek a nátriumból. Ezt az energiamennyiséget kell tehát egy nátriumatómnak elnyelni a nátrium felületét megvilágító fény energiájából. A fent említett 0'1 métergyertyás megvilágítás mellett egy atom másodpercenként  $11 \times 10^{-19}$  erg energiát nyel el, tehát az elektron kibocsátásához szükséges  $5 \times 10^{-12}$  erg energiamennyiség elnyeléséhez

$$\frac{5 \times 10^{-12}}{1.1 \times 10^{-19}} = 4.5 \times 10^7 \text{ másodperc}$$

időre, vagyis több mint 500 napra van szüksége. Ezzel ellentétben a fényelektromos áram a megvilágítás megkezdésének pillanatában minden késés nélkül megindul. A tapasztalattal ellenkező fenti elméleti eredmény a következő három feltevésen nyugszik: 1. a fotoelektron az atomból jön, 2. az atom a ráeső fényből nyeli el az elektron kibocsátásához szükséges energiát és 3. a beeső fény hullámfelületén az energia a hullámelméletnek megfelelően egyenletesen el van kenve úgy, hogy az 1 négyzetcentiméteren 10 atomnyi mélységű rétegben helyet foglaló 138 millió atom mindegyike csak a ráeső arányos mennyiséget nyelheti el.

Különböző tények — és e kérdésre még visszatérek — a mellett szólnak, hogy az első és második feltevés körül nincs baj, azok a tapasztalással összhangban vannak, hanem a harmadikat kell elejteni. Az energia nincs a hullámfelületen egyenletesen elkenve.

Nézzük meg most, hogy e harmadik feltevés elejtése mellett, hogyan írja le a fény korpuszkuláris elmélete, mely *Planck* felfedezése alapján újra feléledt, a fényelektromos jelenség mechanizmusát? *Planck* felfedezése szabatosabban körülírja a fénykorpuszkula fogalmát, megmondja, hogy a  $\nu$  színű,  $\nu$  frekvenciájú fénykorpuszkulában, vagy fénykvantumban  $h\nu$  energia van összpontosítva. A  $\nu$  frekvenciájú fénysugarak nyalábjá, vagyis a  $\nu$  frekvenciájú fényhullám  $h\nu$  energiájú fénykvantumokból, fénykorpuszkulákból álló zápornak tekintendő, mely a megvilágított test felületére esik. E felfogás szerint az energia nincs egyenletesen szétkenve a fényhullám felületén, hanem a fényhullámot alkotó zápor egyes fénykorpuszkuláiban, fénykvantumaiban van összpontosítva, melyek a fény  $c = 300.000$  km/sec sebes-

ségével száguldanak. Amikor egy fénykvantum a benne összesűrített  $h\nu$  energiával az atomba ütközik, az atom a  $h\nu$  energiát elnyeli és ezen energia fejében megfelelő sebességű elektront bocsát ki. E kép alapján a fent említett nehézségek eltűnnek, mert rögtön látjuk, hogy a 138 millió atom közül az fogja a másodpercenként esedékes egy elektront kibocsátani, melyre egy fénykvantum esik. Másrészt a megvilágítás megkezdése után nem is kell várni napokig és hónapokig, míg az elektron kibocsátásához szükséges energia az atomban a hullámfelületen elkent energiából az abszorpció révén felhalmozódik. Az a szerencsés kiválasztott atom, melybe a megvilágítás megkezdése alkalmával egy fénysebességgel száguldó fénykvantum ütközik, nyomban képes az egyszerre kapott  $h\nu$  energia fejében egy elektron kibocsátására és így érthető, hogy a fényelektromos áram a megvilágítás megkezdésével együtt nyomban megindul. E kép egyébként is teljes összhangban van a fényelektromos jelenség törvényszerűségeivel. Láttuk, hogy a fényelektromos áram erőssége arányos a megvilágító fény erősségével. Ez egyszerűen érthető, ha meggondoljuk, hogy fenti képben a fényelektromos áram erőssége a másodpercenként kibocsátott elektronok számával arányos, viszont a megvilágító fény erőssége arányos az egy négyzetcentiméterre másodpercenként eső fénykvantumok (korpuszkulák) számával. E fénykvantumokat, ill. korpuszkulákat a következőkben röviden fotonnak nevezzük.

Azt is láttuk, hogy a fényelektromos elektronok kezdeti sebessége a nátriumfelületre eső foton  $h\nu$  energiájától, vagyis színétől függ, de független a megvilágító fény erősségétől. A nátriumatómba ütköző  $h\nu$  energiájú foton által a nátriumatómból kiugrasztott elektron sebessége érthetően az ütközés által átadott  $h\nu$ -energia mennyiségétől függ. Ha a fény erőssége fokozódik, vagyis a másodpercenként a nátriumokba ütköző fotonok száma szaporodik, de nem változik a megvilágító fény színe, vagyis a fotonok  $h\nu$  energiája, akkor csak az ütközés által kiszabadított elektronok száma, vagyis a fényelektromos áram erőssége növekedik, de minden kiszabadított elektron ugyanazt a  $h\nu$  energiát kapta az ütközés alkalmával, tehát kezdősebessége ugyanaz lett. így világos, hogy a kezdősebesség nem függ a megvilágítás erősségétől. Az imént tárgyalt példában a nátriumfelületre eső energiamentységet úgy fokoztuk, hogy szaporítottuk a nátriumfelületre ütköző  $h\nu$  energiájú fotonok  $n$  számát. A nátriumfelület négyzetcentiméterére másodpercenként eső energia legyen:

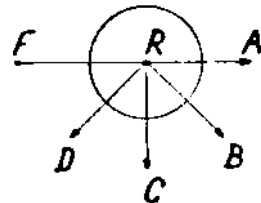
$$E = n \cdot h \nu$$

Ez az energiamennyiség úgy is fokozható, hogy  $n$ -t állandónak tartjuk, de az egyes  $h\nu$  adagok nagyságát fokozzuk, más szóval ugyanannyi, de kékebb fotont bocsátunk a nátriumfelületre. Ekkor természetesen nem változik az ütközéssel kiugrasztott fényelektromos elektronok száma, de növekszik kezdősebességük a (8) törvénynek megfelelően. Minden azon múlik tehát, hogy az  $E$  energia hogy van elosztva adagokra, ha sok kicsi adagból áll, úgy hatására sok kis sebességű elektron hagyja el a fotocellát, ha kevés nagy adagból áll, úgy kevés, de nagysebességű elektront fog kiugrasztani a megvilágított felületből.

A fényelektromos jelenség mechanizmusának értelmezése tehát nehézségekbe ütközik a hullámelmélet szempontjából, viszont egyszerűen lehetséges a fény korpuszkuláris elmélete szerint. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt aényt, hogy a korpuszkuláris elmélet sem ebben az esetben, de más esetben sem áll teljesen a saját lábán, hanem a hullámelméletre támaszkodik, hiszen alapfogalmát, a  $h\nu$  fénykvantumot, illetőleg annak egy lényeges kellékét, a  $\nu$  frekvenciát a hullámelméletből veszi. A fotonok záporában önmagában semminémű periodicitás, melynek alapján frekvencia levezethető volna, nincs. A  $\nu$  frekvencia fogalmához úgy jutunk el, hogy csakis a hullámelmélet alapján értelmezhető interferencia jelenségek megfigyelése alkalmával megmérjük a fény  $\lambda$  hullámhosszúságát és kiszámítjuk, hogy  $\lambda$  hányszor foglaltatik a fény egy másodperc alatt megtett útjában:

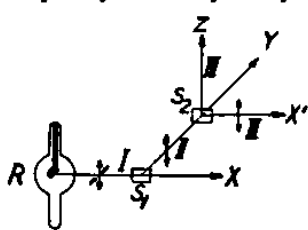
$$\nu := \frac{3 \times 10^{10} \text{ cm sec}^{-1}}{\lambda \text{ cm}}$$

Egy másik figyelemreméltó jelenség, mely a hullámelméletnek nehézséget okoz és melyet viszont a korpuszkuláris elmélet egyszerűen értelmez, az Arthur Compton által felfedezett jelenség. Ez a Röntgen-fény szórásánál figyelhető meg. A közönséges látható fény szórását mindnyájan számtalanszor megfigyelhetjük pl. a levegőben finoman elosztott dohányfüstrészecskéken. Ha definiáltabb viszonyok közt akarjuk a fény-szórást tanulmányozni, a fényt szóró részecskéket, pl. a dohányfüstöt, vagy valamilyen emulziós folyadékot, gyakran közönséges kútvíz, vagy folyóvíz is megteszi, átlátszó üvegfalú edénybe, legcélszerűbben gömbalakú edénybe töltjük és az  $F$  fényforrással (9. ábra) az  $F A$  irányban megvilágítjuk. A megvilá-



9. ábra.

gított, finoman elosztott  $R$  füstreszecskek, vagy az emulzióban elosztott egyéb részecskek az őket megvilágító fényt minden irányban, pl. az  $RB$ ,  $RC$ ,  $RÍJ$  stb. irányban is szétszórják. Ha a megvilágítás egyszínű, egyetlen  $X$  hullámhosszúságú fénnel történik, az  $RB$ ,  $RC$  stb. irányokban szétszórt fény hullámhosszúsága pontosan megegyezik a beeső fény hullámhosszúságával. (A Raman-jelenségtől származó komplikációtól itt egyelőre eltekintünk.) A szétszórt fény intenzitásának viszonya a beeső fény erősségéhez annál nagyobb, mennél rövidebb a beeső, megvilágító fény hullámhosszúsága. A kék fényt tehát az  $R$  részecskek viszonylag nagyobb mértékben szórják szét, mint a vöröset. Fehér fényvel való megvilágítás esetében tehát a szétszóró részecskéket tartalmazó üveggömbön való áthaladás után az  $RA$  nyaláb vörössárga színeződést nyer, mert hiányoznak belőle a nagyobb mértékben szétszórt kék komponensek, viszont a  $RB$ ,  $RC$ , stb. irányokban szétszórt fény ugyanezen okból kékes színeződést nyer a megvilágító fényhez képest. Légkörünk gázmolekuláinak fényszórása okozza a derült ég kék színét. A légkör gázmolekulái a Nap fényéből főleg a rövid hullámhosszúságú kék sugarakat szórják minden irányban. Ha elfogy a légkör, eltűnik az ég kék színe és, mint az a sztratoszféra-repüléseknél látható volt, a világűr sötétsége tátong felénk. Napnyugtakor a Nap fénye különösen nagy utat tesz meg légkörünkben, úgy annak felsőbb, csak gázmolekulákat tartalmazó rétegeiben, mint alsóbb rétegeiben is, melyekben a gázmolekulák és gőzmolekulák mellett még a párák levegőben lebegő vízrészecskek is szórják a fényt. így napnyugtakor különösen sok kék fény hiányzik a Nap fényéből és korongja vörösen izzik. A tenger kék színének létrejötténél is szerepe van a fényszórásnak. Megemlítenéd még, hogy a beeső fényre merőlegesen az  $RC$  irányba szétszórt fény majdnem teljesen polarizálva van, mégpedig lineárisan úgy, hogy a



10. ábra.

fényvektor rezgése merőleges az  $FA$  megvilágítási, beesési irányra. E jelenség tehát, mint melleleg látjuk, új bizonyítékát szolgáltatja annak, hogy a fény transzverzális hullámokból áll.

Hasonló módon figyelhető meg már mostan a Röntgen-fény szórása is. E vizsgálatok körül különösen Barktának vannak nagy érdemei. Az  $R$  Röntgenlámpa fényét (10. ábra) az  $x$  irányban a szórás létesítő  $S_1$  testre (aluminium, grafit) bocsátva, Barkla megfigyelte az  $x$ -re merőleges,  $y$  irányban szétszórt másod-

lagos Röntgen-fényt (II), majd ezt a másodlagos fényt az  $S_2$  szórótestre bocsátva, az  $y$ -ra merőleges  $z$  és  $x^1$  irányokba szétszórt harmadlagos Röntgen-fényt (III). Az  $x^1$  irányban megfigyelhető volt a harmadlagos Röntgen-fény, a  $z$  irányban alig. Ebből következett a Röntgen-fény transzverzálitása. *J. J. Thomson*, akit az elektron felfedezőjének szokás nevezni, kidolgozta a Röntgen-fény szórásának elméletét az elektromágneses fényelmélet alapján. Ez az elmélet a Röntgen-fényt elektromágneses (tehát transzverzális) hullámoknak tekintette, melyek akkor keletkeznek, mikor az elektron a Röntgen-lámpa antikatódjába ütközve, elveszti sebességét, tehát (negatív) gyorsulása van. Láttuk fentebb, hogy az elektromágneses fényelmélet szerint általában így keletkeznek elektromágneses hullámok. A Röntgen-fény szórása ezen elmélet szerint úgy jön létre, hogy a szórótest atomjaiban lévő elektronok a beeső Röntgen-fényben transzverzálisán rezgő elektromos térerősség hatására rezgésbe jönnek, miközben gyorsulva mozognak, tehát maguk is elektromágneses hullámokat bocsátanak ki minden irányban és ez a szétszórt Röntgen-fény, a másodlagos vagy harmadlagos Röntgen-fény. Miközben az elsődleges beeső Röntgen-fény a szóró anyagban halad és rezgésbe hozza annak atomjaiban az elektronokat, az elsődleges Röntgen-fény energiája folyton csökken, mert annak egy részét átveszik a rezgésre kényszerített elektronok, melyek viszont azután az elsődleges Röntgen-fénytől elvont ezt az energiát mint másodlagos Röntgen-fényt szórják szét. A másodlagosan szétszórt Röntgen-fény energiája tehát meghatározza az elsődleges Röntgen-fény elnyelését a szóró anyagban, ha az elnyelésnél más okok nem játszanak szerepet, hanem csakis a szórás. Ha szén, grafitot használunk mint szóró anyagot, úgy közepes lágyságú Röntgen-sugarakra vonatkozóan e feltételek ki vannak elégítve és így Barkla abszorpciós mérések alapján meghatározhatta az  $s$  szórási együtthatót. Ha a beeső elsődleges Röntgen-fény erőssége  $J_0$  és  $x$  vastagságú grafitrétegen áthaladt Röntgen-fény erőssége  $J$ , akkor

$$J = J_0 e^{-sx}$$

$J$ ,  $J_0$  és  $x$  mérése alapján tehát  $s$  meghatározható volt. Barkla mérései szerint  $\frac{s}{\rho} = 0,2$ -nek adódott, hol  $\rho$  a szóró anyag sűrűsége. Másrészt a szórás Thomson-féle elmélete szerint

$$\frac{s}{\rho} = 0,2 = \frac{8\pi e^4}{3m^2 c^4} \frac{n}{\rho}, \dots\dots\dots(10)$$

hol  $e$  az elektron töltése,  $m$  a tömege,  $c$  a fénysebesség és  $n$  az elektronok száma pro köbcentiméter. Akkor nyilván  $\frac{n}{\rho}$  az elektronok száma pro gramm szóró anyag. Lévé  $e = 477 \times 10^{-10}$ ,  $m = 9 \times 10^{-28}$ ,  $c = 3 \times 10^{10}$ , tehát az elektronok száma pro gramm grafit:

$$\frac{n}{\rho} = 3 \times 10^{23} \text{ körülbelül.}$$

Ha ezt osztjuk a szénatomok számával pro gramm szén, megkapjuk az elektronok számát pro atom. A szénatomok számát pro gramm szén megkapjuk, ha az  $N$  Avogadro számot osztjuk a szén  $A$  atom súlyával. Ez lesz:

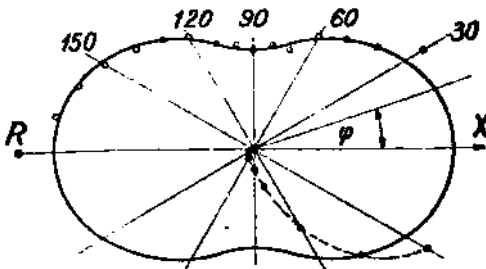
$$\frac{N}{A} = \frac{6 \cdot 6 \times 10^{23}}{12} = 5 \cdot 05 \times 10^{22}.$$

Tehát az elektronok száma pro szénatom

$$\frac{n \rho}{N A} = \frac{3 \times 10^{23}}{5 \cdot 05 \times 10^{22}} = 6 \text{ (nagyon jó közelítésben).}$$

Ez volt az első meghatározása az elektronok számának egy atomban. A formula, melynek segítségével ez sikerült, az elektromágneses fényelmélet alapján lett levezetve. Mint azóta tudjuk, a szénatom elektronjainak száma tényleg 6. Ez tehát igen figyelemreméltó sikere volna a Röntgen-fény szórására vonatkozó és az elektromágneses fényelméletre támaszkodó Thomson-féle elméletnek. Azonban ez az elmélet több más pontban a tapasztalással ellenkező eredményekre vezetett. Az elmélet ezen eredményei a következők:

1. az  $\frac{s}{\rho}$  — szórási együttható, mint a (10) egyenletből látható, a Thomson-<sup>p</sup> elmélet szerint független a Röntgen-fény hullámhosszától és körülbelül 0'2.



11. ábra.

2. A szórt Röntgen-fény intenzitáseloszlását a különböző szórési irányokra a Thomson-elmélet szerint áll. ábrában kihúzott görbe tünteti elő. A beeső elsődleges Röntgen - fény  $Rx$  irányban esik az  $O$ -ban lévő szóró-

testre. Az O-ból valamilyen  $\langle p$  irányban húzott egyenes metszi a görbét egy pontban. E pont távolsága O-tól arányos az illető egyenes irányában szórt Röntgen-fény erősségével. Az elmélet szerint ez a távolság, vagyis a szórt Röntgen-fény erőssége arányos  $(1 + \cos^2 \langle p)$ -vel. A görbe szimmetrikus az O ponton keresztülmennő és az Rx irányra merőleges síkra. A beeső Röntgen-fénnyel  $30^\circ$ -os és  $150^\circ$ -os szöget bezáró irányokban ugyanaz a szórt Röntgen-fény erőssége. A beeső Röntgen-fény irányában,  $\langle p = 0$ , a szórt fény erőssége kétszer akkora, mint a merőleges irányokban,  $\langle p = 90^\circ$ .

3. A szórt Röntgen-fény hullámhosszúsága egyszínű (monochromatikus) beeső Röntgen-fény esetében megegyezik a beeső Röntgen-fény hullámhosszúságával.

Ezzel szemben a tapasztalás szerint:

1. pl. szén mint szóróanyag esetében az szórás együttható  $X = 0'1$  A hullámhosszúságú Röntgen-fényre kisebb, mint  $0'15$ , és  $X = 0'02$  Å hullámhosszúságú gamma sugarakra kisebb, mint  $0'06$ .

2. Míg az elmélet szerint a szórt Röntgen-fény erőssége az  $1 + \cos^2 \langle p$  törvény szerint oszlik el, addig pl. gamma sugaraknak vas által való szórása alkalmával az intenzitáseloszlást a - - - - görbe tünteti elő. Az elmélet szerint várt viselkedést csak a szén által szórt közepes lágságú sugarak mutatják. A hullámhosszúság csökkenésével a  $90^\circ$ -nál nagyobb szöget bezáró irányokban a szórt fény erőssége mindinkább csökken, míg végül az egész rövid gamma sugaraknál az előbb említett nagy eltérés mutatkozik.

3. A szórt Röntgen-fény hullámhosszúsága egyszínű (monochromatikus) trozkópiát és a Röntgen-hullámhosszúságok pontos mérését, *A. H. Compton* megmutatta, hogy egyszínű, pl.  $X = 0'7078$  A hullámhosszúságú elsődleges Röntgen-sugárzást (a molybdén K  $\alpha$  vonalának fényét) bocsátva szénre, mint szóróanyagra, a  $90^\circ$ -os szög alatt szórt fényben a  $X = 0'7078$  A hullámhosszúságú fényen kívül és annál sokkal nagyobb erősségekben jelentkezik a  $X = 0'7314$  A hullámhosszúságú szórt fény is. Más szóval, a szórt fény zömének a hullámhosszúsága  $X = 0'0236$  A-el hosszabb, mint az elsődleges Röntgen-fény hullámhosszúsága.

A klasszikus elektromágneses elmélet ezt a Compton-jelenséget képtelen volt megmagyarázni. A klasszikus elektromágneses elmélet számára érthetetlen, hogyha a beeső elsődleges Röntgen-fény  $\nu$  frekvenciájú rezgésekre kényszeríti a szén elektronjait, hogyan található a  $90^\circ$  alatt szórt fényben egy másik  $\nu - \Delta\nu$  frekvenciájú rezgés is. A fény korpuszkuláris elméletének,

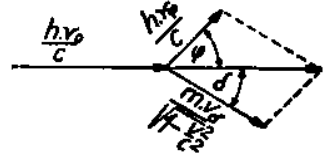
a kvantumelméletnek szép sikere és igen tanulságosan mutatja ennek az elméletnek a hasznavehetőségét, hogy a Compton-jelenséget minden aprólkos részletében megmagyarázza. Az alapgondolat az, hogy a beeső  $\nu_0$  frekvenciájú Röntgen-fény  $h\nu_0$  energiájú kvantuma, egy  $h\nu_0$  energiájú foton, vagyis fénykorpuszkula ütközik a szóróanyagnak, pl. a szén atomjának egy elektronjába. A beeső foton és az elektron ütközését rugalmas ütközésnek tekintve, felírható a rugalmas ütközés két föltétele, nevezetesen az energia megmaradásának tétele és az impulzus megmaradásának a tétele. A foton energiája  $h\nu_0$  erg. A relativitáselmélet legfontosabb eredményei közé tartozik az, hogy az energia és a tömeg tulajdonképpen egy és ugyanaz. Minden energiának van tömege, melyet úgy nyerünk, ha az energiát osztjuk a fénysebesség négyzetével és minden tömeg energiát képviseli, melynek nagyságát úgy nyerjük, hogy a tömeget megszorozzuk a fénysebesség négyzetével.

A foton tömege tehát  $\frac{h\nu_0}{c^2}$ . A foton mozgásmennyiségét tehát megkapjuk, ha  $\frac{h\nu_0}{c^2}$  tömegét megszorozzuk a foton sebességével. A foton  $c$  fénysebességgel terjed, tehát impulzusa  $\frac{h\nu_0}{c}$  lesz. A beeső Röntgen-fényhez viszonyítva  $\angle p$  szög alatt szórt fotonok frekvenciája legyen  $\nu_{\phi}$ , energiája  $h\nu_{\phi}$ , tömege  $\frac{h\nu_{\phi}}{c^2}$ , impulzusa  $\frac{h\nu_{\phi}}{c}$ . Az elektron tömege legyen  $m$ , sebessége az ütközés előtt zérus, ütközés után  $v_{\delta}$ . A  $\delta$  index azt jelenti, hogy az elektron az ütközés által oly  $v_{\delta}$  sebességre tesz szert, mely a beeső Röntgen-fénnyel  $\angle p$  szöget zár be. Az elektron ütközés előtti mozgási energiája és impulzusa zérus, az ütközés után mozgási energiája a relativitáselmélet szerint:

$$m c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_{\delta}^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

impulzusa pedig:

$$\frac{m v_{\delta}}{\sqrt{1 - \frac{v_{\delta}^2}{c^2}}}$$



12. ábra.

Az impulzusvektorok helyzetét tüntesse elő a 12. ábra. A  $\angle p$  szög alatt szórt foton impulzusa a beeső Röntgen-fény irányával  $\angle p$  szöget, az



elektron ütközés utáni impulzusa a beeső Röntgen-fény irányával  $b$  szöget zár be. Az energia megmaradásának tételét alkalmazva az ütközés előtti és ütközés utáni energiák egyenlők kell legyenek:

$$h\nu_0 = h\nu_\varphi + m c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_\varphi^2}{c^2}}} - 1 \right) \dots\dots\dots (11)$$

és az impulzus megmaradásának tételét alkalmazva, az ütközés előtti és utáni impulzusok kell egyenlők legyenek. Az impulzusok azonban vektorok és így az egyenlőségnek fenn kell állani úgy a beeső Röntgen-fény irányába eső összetevőkre nézve:

$$\frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu_\varphi}{c} \cos \varphi + \frac{m v_\delta}{\sqrt{1 - \frac{v_\delta^2}{c^2}}} \cos \delta$$

és a beeső Röntgen-fényre merőleges összetevőkre nézve:

$$\frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu_\varphi}{c} \cos \varphi + \frac{m v_\delta}{\sqrt{1 - \frac{v_\delta^2}{c^2}}} \cos \delta$$

Ha adva van a beeső Röntgen-fény  $\nu_0$  frekvenciája, vagy lámhosszúsága, úgy a fenti három egyenletben négy ismeretlen szerepel: a szórt Röntgen-foton  $\langle p$  iránya, frekvenciája, a szórt elektron  $b$  iránya és  $V_b$  sebessége. A három egyenletet megoldhatjuk  $V_q$ ,  $b$  és  $v^\wedge$ -ra vonatkozólag és akkor nyerjük ezeket a mennyiségeket a negyediknek, a szórt Röntgen-fény  $\langle p$  szórás irányának függvényében. A fenti (11) egyenletből már minden számítás nélkül látszik az a fontos kvalitatív eredmény, hogy  $v \langle p < \nu_0$ , tehát  $X_g > X_0$  lesz. A számítások végrehajtása azt eredményezi, hogy  $X_q - X_0 = 0,0243 (1 - \cos \varphi)$  A, vagyis a beeső Röntgen-fényre merőlegesen szórt Röntgen-fényre vonatkozólag (mikor is  $\langle p \sim 90^\circ$ ) a szórt Röntgen-fény hullámhosszúsága  $0,0243$  A-el nagyobb, mint a beeső Röntgen-fény hullámhosszúsága. Ez éppen a *Compton* által mért érték. Kissé részletesebben kitértem itt az elméletre és a számításokra, hogy lássuk, hogy egy ilyen szubtilis jelenség, a Röntgen-fény hullámhosszúságának szórás alkalmával  $0,0243$  A =  $0,000.000.000.243$  cm-rel való meg-

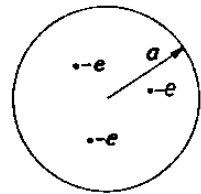
változása egészen egyszerű eszközökkel, a mechanikának a rugalmas ütközésre vonatkozó tételeivel adódik a kvantumelméletben. Compton megjövendölte, hogy a Röntgen-fény szórása alkalmával elektronoknak is távoznia kell a szóróanyagból. Ez a fényelektromos jelenség a Röntgen-fény birodalmában. A távozó elektronok  $v_b$  sebessége attól függ, hogy milyen  $b$  irányban távoznak a szóróanyagból. Ezen elektronokat megfigyelték és sebességük a  $\theta$  szórási iránytól tényleg úgy függ, ahogy az a fenti formulából adódik.

A Compton-jelenség tehát a fényelektromos jelenség mellett egy másik példája annak, hogy a fény bizonyos esetekben úgy viselkedik, mintha korpuszkulákból állana, míg más esetekben, mint pl. az interferencia-jelenségek-nél hullámszerű viselkedést mutat, tehát végeredményben kétilaki, két megnyilatkozási formája van. Ma tehát úgy látjuk, hogy a nagy konroverszia, mely a fény természetét illetően már *Newton* és *Huyghens* idejében megindult, egy kompromisszumos megoldással zárult.

*Áttérek most a fizika másik nagy problémájára, az anyag szerkezetének kérdésére.* A kémia elemeiből ismeretesek azok a tapasztalatok, melyek az anyag atomisztikus szerkezetének felismerésére vezettek. A kémia számára az atom az anyag legkisebb része, egy ezüstatom a legkisebb darab ezüst, melynek pontosan ugyanazok a kémiai és fizikai sajátosságai, mint egy nagyobb darab ezüstnek. A fizikus ezen túlmenően aziránt érdeklődik, hogy mi van az atomon belül, mely részekből és hogyan, mely törvények szerint van felépítve? A kémia mint adottsággal dolgozik a vegyérték fogalmával, a fizikus ezen túlmenően azt keresi, *hogyan jönnek létre a vegyi kötések, hogyan keletkeznek, milyen természetűek az erők, melyek az atomokat molekulákká összekötik?*

Ha az atomok és molekulák belső szerkezetét akarjuk megismerni, olyan jelenségeket kell tanulmányozni, melyek az atomok és molekulák belsejében lejátszódó folyamatok megnyilvánulásai. Ilyen jelenségek elsősorban a fénykibocsátás és azok a szórási jelenségek, melyek akkor lépnek fel, ha atomokat bombázunk nagysebességű olyan korpuszkulákkal, melyek, mint pl. az elektronok, vagy  $\alpha$ -részecskék, sokkal kisebb méretűek, mint az atomok és így behatolhatnak az atomok belsejébe. Ide számítható még a fotonok szórása az anyag által, mint pl. Barida kísérleteinél láttuk. Már volt szó azokról a tapasztalatokról, melyek arra utaltak, hogy az elektronok, a negatív elektromos töltésatomok az atom építőkövei, hogy az atomok elektronokat tartalmaznak. Láttuk, hogy ezeknek az elektronoknak a tömege csak 1868-ad

része a legkisebb atom, a hidrogénatom tömegének. Említettem azt is, hogy Barkla a Röntgen-fénynek szén által való szórása alapján meghatározta, hogy egy szénatomban 6 elektron van. Egy atom azonban egészében elektromosan neutrális; kell tehát, hogy az atomban pozitív elektromos töltés is legyen, mely ugyanakkora, mint az atomban helyet foglaló elektronok negatív töltése. Mivel az elektronok tömege elenyésző csekély része az egész atom tömegének, kell, hogy a pozitív töltéssel legyen összekötve lényegében az atom tömege. Az első kérdés, mely itt felmerül, hogyan van ez a pozitív töltés eloszolva? *J. J. Thomson* volt az első, ki megkísérelte, hogy erről képet alkosson. Az általa javasolt atóm-mintában a pozitív töltés egyenletesen van eloszolva egy a-sugarú gömbben térbeli sűrűséggel, és ezen belül helyezkednek el az elektronok úgy, hogy az elektronok kölcsönös taszítása kompenzálja a vonzóerőt, melyet a pozitív töltésű gömb fejt ki az elektronokra és mely a pozitív töltésű gömb középpontja felé van irányítva. A 13. ábra mutatja *Thomson* elképzelését három elektront tartalmazó atom esetében. Az a-sugarú gömbön belül van elkenve az atom  $+3e$  pozitív töltése. *Thomson* e kép kialakításánál tekintettel volt egyrészt a stabilitás követelményére, hogy a fellépő elektromos erők egyensúlyban legyenek és másrészt a klasszikus elektromágneses fényelméletre, melynek értelmében a normális atomban az elektronok nyugalomban kell legyenek. Ha ugyanis az elektronok az atomon belül mozognak, feltétlenül gyorsulással mozognak, a gyorsuló elektronmozgások pedig a klasszikus elektromágneses fényelmélet szerint fényemisszióval járnak, amit az atom normális, nem gerjesztett állapotában megfigyelni nem lehet.

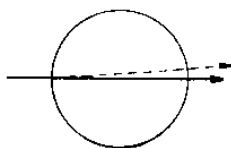


13. ábra.

Ez a Thomson-féle atóm-minta azonban ellenkezésbe került azokkal a jelenségekkel, melyeket  $\alpha$ -részecskék szórásánál tapasztaltak. Az  $\alpha$ -részecskék alkotják a rádióaktív anyagok bomlása alkalmával a rádióaktív anyagokból kilövelt  $\alpha$ -sugarakat. Még két másik sugárzás, a  $\beta$  és  $\gamma$  sugárzás is kiindul a rádióaktív anyagokból. A  $\gamma$ -sugárzás igen rövid 0,1 A usque 0,001 A hullámhosszúságú elektromágneses sugárzás, a  $\beta$ -sugárzás elektronokból áll, tehát hasonló a már említett katódsugárhoz, azzal a különbséggel, hogy a rádióaktív anyagokból távozó  $\beta$ -elektronok sebessége igen nagy, megközelíti egyes esetekben a fény sebességét. Az  $\alpha$ -sugárzást alkotó  $\alpha$ -részecskék pozitív elektromos töltést hordoznak, pozitív töltésük egyenlő (abszolút értékben) az elektron töltésének kétszeresével,  $+2e$ , tömegük pedig egyenlő a

hidrogénatom tömegének négyszeresével. Kiderült róluk, hogy nem egyebek, mint héliumatómok, melyekből két elektron hiányzik. Sebességük, mellyel a

rádióaktív anyagokból távoznak, kb.  $2 \times 10^8 \frac{cm}{sec}$ , vagyis a fény sebességének kb. hat százaléka. Az a-részecskék különböző hatásaik alapján tanulmányozhatók. Igen kényelmes a megfigyelésük cinkszulfiddal bevont kartonlap, az ú. n. cinkszulfidernyő segítségével, mely pontoszerűen felvillan, ha egy a-részecske ütközik beléje. Állítsunk egy cinkszulfidernyőt merőlegesen egy körkeresztmetszetű a-sugárnyaláb irányára. Azt fogjuk találni, hogy a felvillanások az ernyőnek egy jól elhatárolt köralakú felületén mutatkoznak, mely felület egyenlő az a-nyaláb keresztmetszetével. Ha az «sugárnyaláb útjába vékony arany-, ezüst- vagy más fémfóliát állítunk, melyen az «sugárnyaláb áthatol, a felvillanások által borított felület a cinkszulfidernyőn nagyobb lesz és határai ehnosódnak annak jeléül, hogy a fémfólia szétszórta a rajta áthaladt «sugárnyalábot, vagyis az egyes «részecskéket eredeti irányuktól eltérítette. A  $+2e$  töltésű «részecske eltérítését a szórást létesítő fémfólia atomjai között, vagy az atomokon keresztül való áthatolás alkalmával elvileg akár az atomokban lévő  $-e$  töltésű elektronoktól származó vonzóerők, akár az atomban lévő pozitív töltéstől származó taszító erők létesíthetik. Ha azonban tekintetbe vesszük, hogy az elektronok tömege csak mintegy 8000-ed része az «részecske tömegének, beláthatjuk, hogy az a-részecskék eltérítésénél az elektronoknak nem lehet szerepük. Egy vasúti kocsit és egy teniszlabdát ütközésénél a labda nem térítheti el a vasúti kocsit, csak megfordítva, így az a-részecskék eltérítését csak az atomokban lévő pozitív töltések taszítóereje okozhatja. A Thomson-féle atómmintában már mostan a pozitív töltés térbelileg egyenletesen szét van kenve az atomot alkotó gömb egész belsejében. A számítások azt mutatják, hogy egy ily atom nem tud nagy eltérítéseket létesíteni a a-részecske útjában. Még akkor is, ha az «részecske egészen az atom közelében, vagy azon keresztül is halad, az eltérítés csekély. Belátható ez, ha meggondoljuk, hogy az atom középpontjának közelében áthaladó részecske egyik oldalán (14. ábra) kb. ugyanakkora pozitív töltés taszítja pl. felfelé, mint a másik oldalon lefelé.



14. ábra.

Ezzel szemben Geiger és Marsáén, kik ilyen vizsgálatokkal foglalkoztak, azt találták, hogy

a fényfóliák által szétszórt a-részecskék között szép számmal vannak olyanok is, melyek több mint  $90^\circ$ -kal térítették el irányukból, tehát már visszafelé

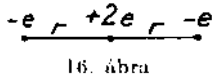
haladtak. E nagy eltéréseket a *Thomson-atóm* képtelen volt megmagyarázni, ily nagy erőket a Thomson-atóm nem tudott kifejteni és így el kellett ejteni. Ugyanaz a pozitív töltés azonban, mely a Thomson-atomban egy gömb belsejében elkenve az a-részecskék eltérítéséhez szükséges nagy erőket kifejteni képtelen, rögtön képessé válik ily nagy erők kifejtésére, ha összpontosítjuk az atómgömb középpontjában egy oly kicsiny térben, melynek átmérője nem nagyobb  $10^{-12}$  cm-nél, vagyis 0'000.000.000.001 cm-nél. E meggondolás szülte a *Rutherford-féle* atómmintát. Az atom középpontjában összesűrített pozitív töltés, melyet az atom tömegévéi összeköttetésben kell képzelni, a *Rutherford-féle* atom magja. Az elektronok ezt a pozitív töltésű magot körülveszik valaminő konfigurációban. A mag tömege lényegében egyenlő az atom tömegével, mert az elektronok tömege a mag tömegéhez képest elhanyagolható. Látható (15. ábra), ha az «-részecske a *Rutherford-atóm* magja közelében halad el, igen kis távolságra megközelíti azt, és a taszító töltések mind a pályájának egyik oldalán vannak. így jönnek létre a nagy taszító erők, a  $90^\circ$ -os eltérések. Legyen  $Z$  egy pozitív egész szám és  $+Ze$  a mag töltése. Akkor az egészében neutrális atomban  $Z$  darab  $-e$  töltésű elektron helyezkedik el a mag körül. *Rutherford* részletesen kiszámította, hogy a beeső a-részecskék hányadrésze térül el bizonyos megadott szöggel különböző nagyságú  $Ze$  magtöltések esetében. *Geiger* és *Marsden* megfigyelték, hogy különböző atómsúlyú szóró fóliák esetében a megadott szög alatt eltérített a-részecskék száma viszonyítva az összes beeső részecskék számához hogyan változik az atómsúllyal. összehasonlítva mérési eredményeiket *Rutherford* formuláival, azt találták, hogy a magtöltést meghatározó  $Z$  egész szám körülbelül egyenlő az atómsúly felével. Bark/ának a Röntgen-sugarak szórására vonatkozó megfigyelései alapján, mint már említettem, kiderült, hogy a szénatomban, melynek atómsúlya 12, és mely az elemek periodikus rendszerében a 6. helyen áll, vagyis melynek rendszáma 6, az elektronok száma is 6. A szénatomban ennek következtében a magtöltés  $+6e$  kell legyen, vagyis  $Z = 6$ , ami pontosan a szénatom súlyának a fele. Az atommag pozitív  $+Ze$  töltésének nagyságát és az atomban lévő  $-e$  töltésű elektronoknak a számát meghatározó  $Z$  számot tehát identikusnak vették az atom rendszámával, mely meghatározza az atom helyét az elemek periodikus rendszerében.



15. ábra.

A Rutherford-féle atómmintának azonban nincs stabilitása. A  $Z = 1$  értékhez tartozó hidrogénatom esetében pl. az  $M$  tömegű és  $+e$  töltésű mag-

nak az  $m$  tömegű es  $-e$  töltésű elektronra kifejtett  $-\frac{e^2}{r^2}$  elektromos vonzóerejévé! szemben (hol  $r$  a mag és az elektron távolsága) semmiféle más erő, mely a stabilitást biztosítaná, nem működik és így az elektron a magba zuhan. A  $Z = 2$  értékhez tartozó héliumatóm esetében (16. ábra) van ugyan a két negatív töltésű elektron között taszító erő, de ennek nagysága  $\frac{e^2}{4r^2}$ , míg a mag és az elektron között  $e$  vonzóerő  $-\frac{2e^2}{r^2}$ , vagyis 8-szor akkora, és í. t. Ezen a bajon mindaddig, amíg a klasszikus elektromágneses fényelmélet alap-



ján állunk, az sem segít, ha az elektront a mag körül keringésben tartjuk, amikor is a mag és az elektron közötti Coulomb-vonzás arra szolgál, hogy centripetálisan gyorsítsa az elektront, vagy más szavakkal kifejezve — az elektronnal együtt forgó koordináta rendszer terminológiája szerint —, amikor a centrifugális erő egyensúlyt tart az elektromos Coulomb-vonzással ugyanúgy, mint a bolygók keringésénél a centrifugális erő egyensúlyt tart a Newton-vonzással. Ugyanis a mag körül keringő elektron gyorsul a mag felé centripetálisan, a gyorsuló elektron pedig a klasszikus elektromágneses fényelmélet szerint elektromágneses hullámokat, fényt sugároz ki. A fénykissugárzás energiavesztéssel jár, aminek következtében az elektron mind kisebb energiával, mind kisebb sugarú pályán, vagyis spirális pályán mozogva végül a magba zuhan.

A  $\frac{e^2}{r^2}$  Coulomb-vonzás, mely a  $mr w^2$  centripetális erőt adja, a sugár csökkenésével mind nagyobb lesz, tehát

$$\frac{e^2}{r^2} = mr w^2 \text{ vagyis } \frac{e^2}{r^3} = m w^2 \dots\dots\dots (12)$$

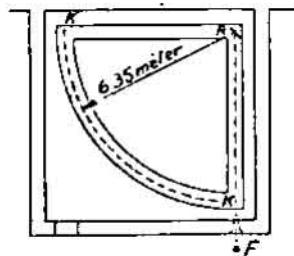
értelmében a kisugárzott energia  $w = 2\pi r v$  frekvenciája, mely a klasszikus elektromágneses fényelmélet szerint az elektron  $w = 2\pi v$  keringési frekvenciájával egyenlő, rohamosan megnő az  $r$  sugár csökkenésével, vagyis miközben az elektron a spirális pályán az atommagba zuhan, az atom fényt sugároz ki, melynek színe rohamosan kékülne. Ily jelenségek azonban nem figyelhetők meg, ezek a tapasztalással ellenkeznek, úgyhogy nyilvánvaló, hogy a *Rutherford-atóm* stabilitását más utakon kell keresni. E mellett arra is gondolni kell, hogy az atómmintának az összes, az atom belső szerkezetére vo-

natkozólag információkat szolgáltató jelenségeket figyelembe kell vennie és értelmeznie, így az atom fénykibocsátását is.

Ezért most kissé részletesebben kell foglalkoznunk az atom fénykibocsátására vonatkozó törvényekkel. Már a 3. ábrával kapcsolatban szólottam arról, hogy az atomok színeképe vonalas és hogy az ily vonalas színeképet jellemzi egyrészt a benne szereplő színeképvonalak hullámhosszúsága (színe) és másrészt a különböző hullámhosszúságú színeképvonalak viszonylagos erőssége, vagyis a bennük kisugárzott energia. Valamely atom színeképében előforduló  $X_B X_2...$  hullámhosszúságok és ezek viszonylagos erősségei igen értékes információkat szolgáltatnak az atom szerkezetéről. A színeképvonalak hullámhosszúságait spektrográfokkal határozzák meg. A spektrográf két részből áll, a színeképet vagy spektrumot előállító szerkezetből, amilyen a prizma, az optikai rács, a Lummer-lemez, a *Perot*—*Fabry*-lemez, stb. és egy fényképező-kamerából. Nagyobb kiterjedésű színeképek tanulmányozására a rácsspektrográfot, egyes vonalak finomabb szerkezetének vizsgálására a *Lummer-lemezt* vagy *más* interferenciás spektrográfot használnak. Magyarország nagyemlékű kultuszminiszterének, gróf Klebelsberg Kunonak megértő támogatásával a műegyetem fizikai intézetében egy világviszonylatban is elsőrendűen felszerelt spektroszkópiai laboratórium létesült. A 17. ábrában látható egyik nagy rácsspektrográfunk alaprajza. Az *F* fényforrás fénye a falba vágott résen át jut az *R* rácstól és a *KK* kamerát tartalmazó szobába. Egy nagy betontömb, melynek súlya 15 tonna, hordozza az *R* rácstól és a *KK* körön lévő fényképező-lemezeket. A szobát állandó hőmérsékleten kell tartani 0'01 fokig. Ez teljesen automatikusan történik. A másodrendű rácsszín-

kép hossza az ibolyától a vörösig 4 méter. A 18. ábra mutatja a szénoxid színeképének egy darabját. E felvétel mutatja egy ily készülék hatalmas teljesítőképességét. A színeképvonalak hullámhosszúsága 0'001 Å pontossággal határozható meg. A 19. ábra mutatja a Lummer-lemezünk által felbontott szerkezetét néhány Kryptonvonal Zeeman-jelenségének. E felvételeket és apparatív részleteket azért említem, hogy fogalmunk legyen róla, hogy az atom és molekula szerkezetére vonatkozólag oly fontos információkat adó színeképek tanulmányozása manapság

mily nagy felkészültséggel folyik. Ezek az egész világon folyó nagy erőfeszítések szédületes anyagot hordtak egybe. Könyvtárakat tölt meg az iroda-



17. ábra.

lom, mely katalogizálja a különböző atomok és molekulák színeképeiben különböző gerjesztési viszonyok mellett fellépő színeképvonalak hullámhosszúságait.

Az így egybehordott hatalmas anyagban már mostan igen figyelemreméltó törvényszerűségeket fedeztek fel. Kezdjük a legegyszerűbb esettel.

A hidrogéngáz színeképében látható vonalakról, melyek a 19. ábrában láthatók. *Balmer*, a bázeli gimnázium tanára 1885-ben kiderítette, hogy azok  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \text{ stb. hullámhosszait megmérve és kiszámítva a hozzájuk tartozó}$

$\nu_1 = \frac{1}{\lambda_1}, \nu_2 = \frac{1}{\lambda_2}, \text{ stb. frekvenciákat, ezek a } \nu \text{ frekvenciák a következő formula alapján is kiszámíthatók:}$

$$\nu = 109678 \text{ cm}^{-1} \left( \frac{1}{2^m} - \frac{1}{m^2} \right) = R \left( \frac{1}{2^m} - \frac{1}{m^2} \right), \dots \dots \dots (13)$$

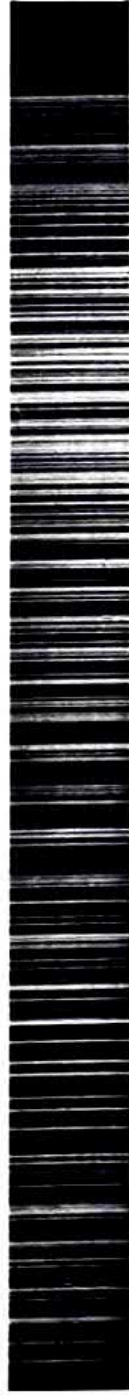
hol  $m = 3, 4, 5, \dots$ . A (13) alatti ú. n. Ba/mer-formula a  $\nu$  hullámszámot adja meg, a centiméterben kifejezett  $X$  hullámhosszúság reciprok értékét, vagyis azt a számot, mely megmondja, hogy a kérdéses  $X$  hullámhosszúságból egy  $c$

centiméternyi darabon hány fér el. Néha frekvenciának nevezik a  $\nu =$  - mennyiséget, melynek dimenziója  $\text{sec}^{-1}$  és mely megmondja, hogy  $c$  fénysebességgel egy másodperc alatt megtett 30.000,000.000 centiméternyi úton hány hullámhosszúság fér el. Nyilván  $\nu = c \lambda$ , a kettő arányos egymással. Az  $R = 109678 \text{ cm}^{-1}$  állandót Rydberg-állandónak nevezik. *Rydbergnek*, a híres spektroszkópus-kutatónak tiszteletére. A színeképvonalaknak egy ily csoportját, melynek frekvenciái egy ilyen formulában összefoglalhatók, sorozatnak nevezik. A (13) Ba/mer-formulával leírt sorozat a Ba/mer-sorozat. A sorozatnak elméletileg végtelen sok tagja van. Azonban rendesen csak egy része a sorozatnak, nevezetesen azok a színeképvonalak, melyek  $m$ -nek nem túlságosan nagy értékeihez tartoznak, figyelhetők meg. Az  $m$  növekedésével ugyanis a színeképvonalak fényerőssége csökken. Ezért a sorozat határa, mely  $m = \infty$ -hoz tartozik, nem figyelhető meg. A Ba/mer-sorozat határa tehát

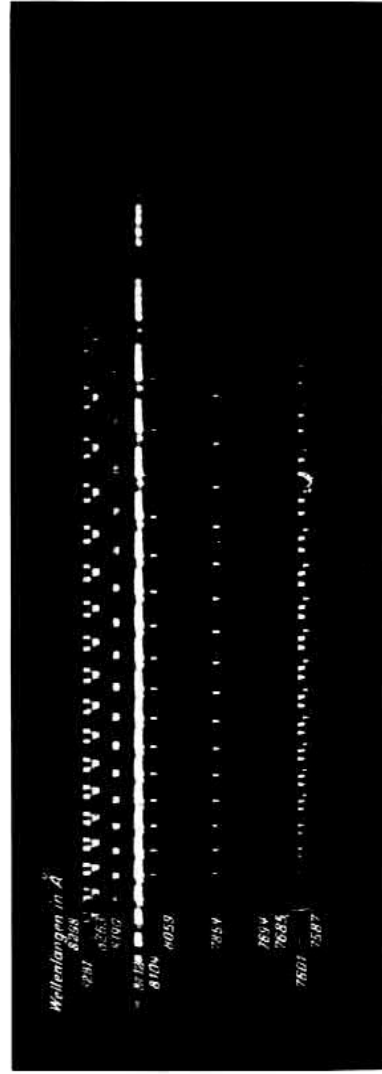
$$\nu = 109678 \cdot \frac{1}{4} \text{ cm}^{-1}$$

Térjünk most vissza a hidrogénatom *Rutherford-iéle* mintájához. A hidrogén a periodikus rendszerben az első helyen áll,  $Z = 1$ . Tehát a





18. ábra. Szénoxid molekula sávos színképe 3490 Å környékén.  $\frac{1}{2}$  cm nagyjában megfordítva Á-nek.



19. ábra. Ultravörös-Kryptonvonalak Zernike-jelensége.

hidrogénatom áll egy magból, melynek tömege egyenlő a hidrogénatom tömegével és melynek töltése  $+e = +16 \times 10^{-19}$  Coulomb, továbbá egyetlen elektrontól, melynek tömege egyenlő a mag tömegének 1868-ad részével és melynek töltése  $-e = -16 \times 10^{-19}$  Coulomb.

Az elméleti fizika most az előtt a kettős feladat előtt állott, hogy egyrészt biztosítsa ezen atómminta stabilitását és másrészt megmagyarázza a Balmer-sorozat emisszióját a hidrogénatom által.

E kettős feladatot megoldja a hidrogénatomnak *Niels Bohr* által javasolt mintája. Már több alkalommal láttuk, hogy a klasszikus fizika, a klasszikus elektromágneses fényelmélet csak egy bizonyos határig jut el a tapasztalati eredmények értelmezésében és e határon túl a kvantumelmélet mutatja az utat. Így volt ez a fekete test sugárzásával és így voltunk e ponton az atómmintával is. A stabilitás és a Balmer-emisszió problémájának felderítése Bohrnak csak a kvantumelmélet alkalmazása révén sikerült. A Bohr-féle atómmintában az elektron kering a hidrogénmag körül. Ekkor (12) szerint a Coulomb-vonzás adja a centripetális erőt. Ez a minta azért nem stabil, mert a centripetálisan gyorsuló elektron a klasszikus elektromágneses fényelmélet szerint fényt sugároz ki és így folyton veszti energiáját. Ezen atómminta stabilitását Bohr egyszerűen elérte, amennyiben az atom stabilitására, mint tapasztalatra támaszkodva egy hipotézissel posztulálta stabil elektronpályák létezését, vagyis olyan pályák létezését, melyen mozogva a gyorsuló elektron nem sugároz ki fényt, vagyis elektromágneses energiát. Ez nem egyéb, minthogy posztulátuma bizonyos, úgynevezett stabil pályákra vonatkozólag felfüggesztette a klasszikus elektromágneses fényelmélet érvényességét. A kérdés már mostan egyrészt az, hogyan történik a stabil elektronpályák kiválasztása és másrészt, hogyan történik a fény kibocsátása általában és speciálisan a Balmer-sorozat kibocsátása? Hiszen az előbb említett posztulátum felfüggesztette az atomra vonatkozólag a fénykibocsátás klasszikus mechanizmusát. Ennek helyébe most újnak kell lépnie.

Nézzük először, hogyan történik a stabil elektronpályák kiválasztása: A (12) alatti egyenlet az atómminta stabilitásának mechanikai feltételét fejezi ki: a Coulomb-vonzás adja az elektron körpályán való mozgásának fenntartásához szükséges centripetális erőt. Ez a feltétel, adott  $e$  elektrontöltés és  $m$  elektrontömeg mellett az  $r$  pályasugárnak tetszés szerinti értékével kielégíthető, mert az  $w$  szögsebesség mindig megválasztható úgy, hogy a (12) alatti egyenlet az  $r$  sugár tetszés szerinti értéke mellett ki legyen elégítve. A (12) alatti egyenlet tehát, mint látjuk, akármilyen  $r$ -sugarú pályát lehetővé

tesz. Ezek közül egy további előírás alapján kell kiválasztani a stabil pályák  $f_1, r_2, r_3, \dots$  stb. sugarait. Ezt a további előírást *Bohr* a *Planck-féle* kvantumelmélet alapján, annak általánosításával nyerte. Láttuk már, hogy a fekete sugárzás energiaeloszlásának értelmezése Plancknak azáltal vált lehetővé, hogy féltette, miszerint az anyagban lévő  $\nu$  frekvenciájú piciny antenna, az úgynevezett Planck-féle oscillator energiataralma nem változhat folytonosan, hanem csak a  $h \nu$  energiaadag egészszámú többszörösével. Legyen a Planck-féle oscillator egy  $m$  tömeg, mély az  $x$ -tengely mentén harmonikus rezgéseket végez  $\nu$  frekvenciával és  $A$  amplitúdóval:

$$x = A \sin 2\pi \nu t, \dots \dots \dots (14)$$

akkor sebessége:  $\dot{x} = 2\pi \nu A \cos 2\pi \nu t, \dots \dots \dots (15)$

és az  $x$ -koordinátához tartozó  $p$  momentuma:

$$p_x = m \dot{x} = 2\pi \nu m A \cos 2\pi \nu t \dots \dots \dots (16)$$

és energiája:  $W = \frac{1}{2} m \dot{x}_{\max}^2 = 2\pi^2 \nu^2 A^2 m. \dots \dots \dots (17)$

Ha tehát a Planck-féle hipotézis szerint ez az energia csak  $h\nu$  valamilyen  $n$  egészszámú többszöröse lehet:

$$W = 2\pi^2 \nu^2 A^2 m = n \cdot h\nu, \dots \dots \dots (18)$$

akkor ez azt mondja, hogy adott  $m$  tömeg és  $\nu$  frekvencia mellett a rezgések  $A$  amplitúdója nem lehet tetszés szerinti értékű, hanem csak olyan  $A_1, A_2, A_3, \dots$  stb. értékeket vehet fel, melyek  $n=1, 2, 3, \dots$  stb. értékei mellett a (18) egyenletet kielégítik. Az energia kvantumozása, adagolása tehát az amplitúdót is kvantumozza, adagolja. Ezek a kiválasztott (stabil) amplitúdók. Az  $n$  egész szám minden értékéhez tartozik egy  $W_n$  energia és  $A_n$  amplitúdó:

$$W_n = 2\pi^2 \nu^2 A_n^2 m = n \cdot h\nu \dots \dots \dots (19)$$

Ez az egyenlet a  $\nu$  frekvenciájú oscillator energiáját adagolja, a  $\nu$  frekvenciájú oscillator lehetséges amplitúdóit szabja meg. E feltétel általánosabb alakját nyerjük, ha egyenletünk mindkét oldalán osztunk  $\nu$ -vel:

$$\frac{W_n}{\nu} = 2\pi^2 \nu A_n^2 m = n \cdot h. \dots \dots \dots (20)$$

Az egyenlet  $nh$  jobboldala ekkor független  $v$ -től, tehát kell, hogy  $\frac{W_n}{v}$  baloldalának is  $v$ -től független jelentése legyen. Ez a  $\frac{W_n}{v}$  mennyiség az úgynevezett fázisintegrál: a  $p$  momentumnak a hozzátartozó  $x$  koordináta szerinti integrálja a mozgás egy teljes periódusára véve, míg tehát  $x$  zérustól  $+y$ -ig, onnan  $-y$ -ig és végül  $-y$ -től ismét zérusig változik. A Planck-féle oszcillátor esetében:

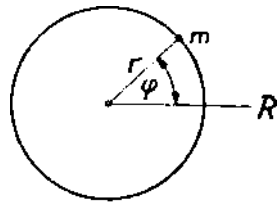
$$\int_0^{\frac{1}{v}} p_x dx = 4\pi^2 v^2 m A^2 \int_0^{\frac{1}{v}} (\cos^2 2\pi vt) dt = 2\pi^2 v m A^2$$

A Planck-féle oszcillátort, annak amplitúdóit és energiáját adagoló (19) feltétel tehát általánosságban, a frekvenciától függetlenül úgy írható, hogy a fázisintegrál egyenlő legyen a  $h$  Planck-állandó  $n$  egészszámú többszörösével:

$$\int p dx = n \cdot h.$$

Ezt a kvantumelméleti feltételt *Bohr* az atomra általánosítva azt monddta, hogy az atomban keringő elektron  $r_1, r_2, \dots$  stb. pályasugarait is az szabja meg, hogy az atomra vonatkozó fázisintegrál egyenlő legyen  $h$  egészszámú többszörösével.

Az  $r$ -sugarú körpályán állandó  $w$   $\ll p$  szögsebességgel keringő  $m$  tömegű elektron helyzetét a valamilyen OR egyenestől számított (20. ábra)  $\phi$  szög szabja meg. A  $\phi$ -hez mint koordinátához tartozó  $p_\phi$  momentum:



20. ábra.

$$p_\phi = m r^2 w = m r \phi,$$

tehát a fázisintegrál:

$$\int_0^{2\pi} p_\phi d\phi = \int_0^{2\pi} m r^2 w d\phi = 2\pi m r^2 w. \dots\dots\dots (21)$$

Ennek kell egyenlőnek lenni  $nh$ -val

$$2\pi m r^2 w = n \cdot h. \dots\dots\dots (22)$$

A (12) alatti

$$\frac{e^2}{m} = r^3 \omega^2 \dots \dots \dots (23)$$

és a (22) alatti

$$\frac{n h}{2\pi m} = r^2 \omega \dots \dots \dots (24)$$

egyenletek  $e$  és  $m$  adott értékei mellett, ha  $n$  helyébe  $1, 2, 3$ , stb. egész számokat írunk, úgy az  $n, r_2, r_3, \dots$  mint a hozzátartozó  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ , értékeket meghatározzák és így megvannak kiválasztott stabil pályáink. Éppúgy, mint a Planck-féle oszcillátornál, minden  $4\pi A, A, \dots$  amplitúdóhoz egy-egy  $IF_1, W_2, \dots$  stb. energia tartozott, az elektron különböző  $n, r_2, \dots$  pályasugaraihoz az atom különböző  $IF_1, IF_2, \dots$  stb. energiaértékei tartoznak.

A (23) és (24) egyenletekből  $\omega$ -t eliminálva és az így kapott egyenletet  $r$ -re megoldva kapjuk a stabil pályák sugarait:

$$r_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2}; \dots \dots \dots (25)$$

a hozzájuk tartozó energiája a hidrogénatómnak

$$W_n = - \frac{e^2}{2r_n} = - \frac{2\pi^2 m e^4}{n^2 \cdot h^2} \dots \dots \dots (26)$$

Az  $n$  egész szám az  $n$ . kvantumszám. Az elektron pályasugara ennek négyzetével, a pályához tartozó energia abszolút értékben a kvantumszám négyzetének reciprok értékével arányos.

Tekintve, hogy (25) szerint az energia negatívnak adódik, mennél nagyobb az  $r$  sugara az elektron pályájának, annál magasabb a hozzátartozó energiaérték. Ha  $r_n =$  végtelen nagy, a hozzátartozó  $W_n$  energia zérus. Ha  $n = 1$ ,

$$r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2} \dots \dots \dots (27)$$

és a hozzátartozó energia

$$W_1 = - \frac{e^2}{2r_1} = - \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2} \dots \dots \dots (28)$$

Bé helyettesítve a  $h$  Planck-féle állandónak, valamint az elektron  $m$  tömegének és  $e$  töltésének értékeit (27)-be  $r_1 = 0.53 \times 10^{-8}$  cm, vagyis kb. egy

fél Angström-egység. Az ehhez tartozó energiaérték, mely a legkisebb  $\cdot 215 \times 10^{-11}$  erg. A második pályához tartozó energia abszolút értékben az elsőnek negyedrésze, vagyis  $\cdot 0'535 \times 10^{-11}$  erg, a harmadikhoz tartozó abszolút értékben az elsőnek kilencedrésze, vagyis  $\cdot 0238 \times 10^{-11}$  erg s így tovább.

Általában  $W_n = \frac{a}{n^2}$  a legkisebb energiájú pályán kering az elektron az atom normális állapotában. E pálya átmérője tehát az atom átmérője. Igen nevezetes, hogy a *kinetikai gázelmélet alapján is a hidrogénatom átmérőjéül l Angström adódott.*

E kvantumelméleti elv alapján kiválasztott pályák stabilitását Bohr, mint láttuk, azzal érte el, hogy rájuk nézve egy hipotézissel! felfüggesztette a klasszikus elektromágneses fényelmélet érvényességét, mert e hipotézis a stabil pályákon mozgó elektronok fénykibocsátását megtiltja. Stabil atomok létezésének tapasztalati ténye ily hipotézist nyilvánvalóan jogossá tesz. De hát ha az atom fénykibocsátása nem a klasszikus elektromágneses fényelméletben provideált mechanizmus szerint történik, akkor hogyan történik? Hogyan történik különösképen a Balmer-sorozat emissziója a hidrogénatomban? E kérdésekre a Bohr-féle elmélet következőképen felel: Mivel az elektron a különböző energiájú stabil pályákon keringve nem sugároz ki fényt, a kisugárzott fény energiája akkor áll rendelkezésre, ha az elektron egy nagyobb sugarú és nagyobb energiájú pályáról átmegy egy kisebb sugarú és kisebb energiájú pályára. A két pálya energiájának különbsége adja az atom által kisugárzott fényenergiát. A kisugárzott fény  $\nu$  színét az Einstein-féle fényelektromos törvény analógiájára az szabja meg, hogy a kisugárzott  $h\nu$ -kvantum egyenlő a két pálya energiakülönbségével. Legyen az  $m$  kvantumszámmal jellemzett kezdőpálya energiája  $W_m$ , az  $n$  kvantumszámmal jellemzett végpálya energiája  $W_n$ , akkor

$$h\nu = W_m - W_n = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \dots \dots \dots (29)$$

vagyis

$$\nu = \frac{W_m}{h} - \frac{W_n}{h} = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \dots \dots \dots (30)$$

ami nem egyéb, mint a (13) alatti Balmer-formula. Természetesen megjegyzendő, hogy (30)-ban  $\nu$  dimenziójú  $\text{sec}^{-1}$ , vagyis  $\nu = \frac{c}{\lambda}$ . Ha  $\nu$ -t hullámszámban,  $\text{cm}^{-1}$  dimenzióban akarjuk kapni, még a  $c$  fénysebességgel osztani kell:

$$v = \frac{2\pi^2 m e^4}{c h^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \dots \dots \dots (30a)$$

A Balmer-sorozat akkor keletkezik, ha  $n = 2$ , vagyis a végpálya a második stabil elektronpálya. A kisugárzott színekvonal a Balmer-sorozatban annál kékebb színű, annál rövidebb hullámhosszúságú, mennél nagyobb sugarú és energiájú elektronpályáról ugrik át az elektron a második pályára. Ez az eredmény nemcsak azért volt átütő sikerű, mert formálisan a Balmer-sorozat (13) alatti formuláját megadta, hanem azért is, mert behelyettesítve az elektron tömegének, töltésének, a  $c$  fénysebességnek és a  $h$  állandónak értékeit, azt kapjuk, hogy

$$R = \frac{2\pi^2 m e^4}{c h^3} = 109750 \text{ cm}^{-1},$$

mely érték csak igen kevésel különbözik a hidrogénatom spektroszkópiájából ismert

$$R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$$

értéktől.

Az  $n = 2$  végpálya a pályák között semmiképpen sincs kitüntetve, megjövendölhető volt tehát oly sorozatok létezése a hidrogénatom emissziójában, melyeknél a végpálya  $n = 1, 3, 4, \dots$  stb. értékekhez tartozik:

$$\frac{2\pi^2 m e^4}{c h^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

E sorozatokat *Lyman*, *Paschen*, stb. fel is fedezték azután. A Lyman-sorozat, melynek végpályája az első elektronpálya, a látható Balmer-sorozatól az ibolya felé, az ultraibolya részébe a színeknek esik, mert az első elektronpálya  $W_i$  energianívójától számított különbségei a többi nívónak sokkal nagyobbak és így a  $v$ -k is nagyobbak, mint a Balmer-sorozatnál. Viszont az  $n = 3$  végpályához tartozó Paschen-sorozat az ultravörösbe esik, mert a  $W_f$ -től számított energiakülönbségek és frekvenciák sokkal kisebbek.

Azok az atomok, melyek több elektront tartalmaznak, akkor is képesek fényemisszióra, ha elektronjaik közül egy vagy kettő, vagy több is hiányzik. Ha az elektronok közül egy hiányzik, az egyszeresen ionizált atommal van dolgunk, ha kettő hiányzik, a kétszeresen ionizált atommal. Ezek színekpei az íónszínekpek. Ezeknek gerjesztése több energiát igényel, mert az elektronok

leszakítása a neutrális atomból, az ionizáció folyamata szintén munkát igényel, nevezetesen azt a munkát, melynek árán a legkisebb sugarú és energiájú pályáról az elektron a végtelen távolba emelhető, vagyis az atom kötelékéből kiszakítható. Az elemek periodikus rendszerében a hidrogén után a hélium következik a  $Z = 2$  rendszámú helyen. Ennek két elektronja van és magtöltése  $+ 2e$ . Ha elektronjai közül egyet leszakítunk, előáll a héliumion. Ez a hidrogénatomtól csak annyiban különbözik (a magok tömegében mutatkozó különbségtől eltekintve), hogy a mag töltése a hidrogénmag töltésének kétszerese, tehát az egyetlen megmaradó elektron kétszerakkora elektromos erőterében kering. Tehát a (12) egyenletünk helyébe

$$r_n = n^2 \frac{h^3}{8\pi^2 m e^2} \dots\dots\dots (33)$$

összehasonlítva (25)-el, látjuk, hogy a héliumion kétszeres erőterében a stabil elektronpályák sugarai csak félakkorák, mint a hidrogénatomban. A hozzájuk tartozó energiák

$$W_n = - \frac{2e \cdot e}{2r_n} = - \frac{8\pi^2 m e^4}{n^2 h^2} \dots\dots\dots (34)$$

pedig négyszer olyan nagyok. A héliumion emisszióját tehát a

$$\nu = 4 \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = 4 R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \dots\dots\dots (35)$$

formula adja, ami a tapasztalással igen közel egyezik. De nem teljesen. A spektroszkópai mérések a héliumion sorozatain azt mutatták, hogy a mért frekvenciák (hullámhosszak) a (35) formula alapján jó közelítésben kiszámíthatók, ha  $R$  helyébe a hidrogénatom spektroszkópiájából ismeretes és a (31) formula által adott  $109678 \text{ cm}^{-1}$  értéket írjuk, de sokkal pontosabb egyezést nyerünk, ha  $R$  helyébe  $R = 109722 \text{ cm}^{-1}$  értéket írunk. A héliumion spektroszkópiájából leszármaztatott



$$R_{\text{He}} = 109722 \text{ cm}^{-1}$$

érték tehát valamivel nagyobb, mint a hidrogénatom spektroszkópiájából származtatott

$$R_{\text{H}} = 109678 \text{ cm}^{-1}$$

érték. A különbség az  $R$  állandó értékének 4 tízezredrésze mindössze, de a spektroszkópiai mérések oly pontosak, hogy ez a piciny különbség is határozottan mérhető. Bohr elméletének további nagy diadala volt, hogy ezt a finom különbséget is számszerűen megmagyarázta. Bohr elméletének imént vázolt alakjában nem voltunk tekintettel az elektront vonzó mag mozgására, a magot nyugalomban levőnek tekintettük, mely körül csak az elektron kering. Ez nagy megközelítőben így van, mert a mag tömege sokkal nagyobb, mint az elektron tömege. A hidrogénatom esetében az elektrontömeg és magtömeg viszonya 1: 1868, a négyszer oly nagy tömegű héliumion esetében 1:  $4 \times 1868 = 1: 7472$ . Szigorúan véve azonban a mag is kering az elektronból és magból álló rendszer súlypontja körül, mely súlypont igen nagy közelítéssel beleesik a magba. Ha ezt a magmozgást is számításba vesszük, a Rydberg-állandó értékéül a

$$R = \frac{2\pi^2 m e^4}{c h^3} \cdot \frac{M}{M + m}$$

kifejezést kapjuk, hol  $M$  a mag tömege és  $m$  az elektron tömege. Tehát a hidrogénatom esetében

$$R_{\text{H}} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1868}} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \cdot \frac{1868}{1869} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \times 0.9994$$

és a héliumatom esetében

$$R_{\text{He}} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{7472}} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \cdot \frac{7472}{7473} = \frac{2\pi^2 m e^4}{c \cdot h^3} \times 0.9998,$$

ami szépen kiadja, hogy  $R_{\text{He}}$ -nek 4 tízezreddel nagyobbak kell lenni, mint  $R_{\text{H}}$ . Oldalakon keresztül számolásokat közöltem, mert csak így látni, hogy ez az elmélet mily finomságait az észlelt jelenségeknek mily bámulatos

számszerű pontossággal értelmezi. A Bohr-féle elmélet, mint láttuk, két ponton gyökeredzik a kvantumelméletben: a (21) alatti fázisintegrálban, mely a stabil pályákat választja ki és a (30) alatti egyenletben, mely az Einstein-féle fényelektromos alaptörvény általánosításának is tekinthető. Az Einstein-törvényben arról van szó, hogy  $h\nu$  fényenergia fejében az elektron mozgási energiája jön létre, a (30) egyenlet megfordítva, az atomenergiának  $h\nu$  fényenergiává való átalakulását szabályozza. Egy sereg példát láttunk arra, hogy a kvantumelmélet törvényei különböző jelenségek lefolyásában hogyan nyilvánulnak meg. A legnagyobb bámulattal kell adóznunk Planck géniusának, ki a kvantumelmélet megteremtésénél nem támaszkodott a kvantumelmélet törvényeit dokumentáló jelenségek és tapasztalatok ezen összességére, hanem egyetlen jelenségnek, a fekete sugárzásnak éles boncolása révén ismerte fel a kvantumelmélet alaptörvényét.

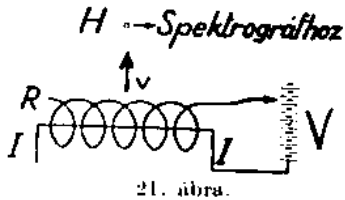
A Bohr-féle atómelmélet egy igen fontos elvi jelentőségű felismerést is hozott. A (13) alatti Balmer-formula mutatta, hogy a hidrogénatom emissziójának frekvenciái, mint az állandó  $\frac{R}{2^2}$  és az  $\frac{R}{m^2}$  változó tagnak a különbségei adódnak. Más atomok színképei ugyanígy állíthatók elő. Ezeket a tagokat, melyek különbségei gyanánt az atomok által kibocsátott frekvenciák előállíthatók, spektrális term-nek nevezik. A spektroszkópiai kutatás tehát összegyűjti az atomok által kisugárzott frekvenciákat, és ezekből próbálgatással és számítással le lehet vezetni a spektrális term-eknek az értékeit. A Balmer-formulának Bohr-féle (30) alatti értelmezése azt mutatja, hogy ezek a spektrális term-ek nem egyebek, mint az atom  $h$ -val osztott energianívói: Ily  $\frac{W_m}{h}$  tagok különbségei gyanánt adódnak a frekvenciák. Ha tehát kísérletileg meghatározzuk egy színképvonal  $\nu$  frekvenciáját, akkor megmértük az atom két energianívója közötti különbséget. Ezen energianívókülönbségekből maguk az energianívók is levezethetők.

Ahhoz, hogy a Balmer-sorozatnak mondjuk harmadik vonalát a hidrogénatom kisugározza, az elektronnak az  $m = 5$  kezdőpályáról át kell mennie az  $n = 2$  végpályára. Az elektron az  $m = 5$  kezdőpályáról csak akkor mehet át egy más pályára, ha az  $m = 5$  pályán tartózkodik. Az atom normális állapotában az elektron az  $m = 1$  legkisebb sugarú és energiájú pályán van. Innen tehát az elektront előzőleg fel kell emelni az  $m = 5$  pályára, az atomot megfelelően gerjeszteni kell, hogy az  $m = 5 \rightarrow n = 2$  Balmer-vonal kibocsátása létrejöhessen. A gerjesztés céljára tehát  $W_5 - W_2$  energiát kell az atommal közölni. Ez oly módon történhet, hogy a hidrogéngázt bombázzuk

megfelelő sebességű, vagyis megfelelő kinetikai energiájú elektronokkal. Az  $m$  tömegű elektronnak fenti célból akkora  $v$  sebességgel kell rendelkeznie, hogy

$$W_3 - W_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

legyen. A (7) összefüggéssel kapcsolatban láttuk, hogy egy  $e$  töltésű elektron befutva egy  $V$  potenciálkülönbséget,  $eV$  energiára tesz szert. Ha tehát egy  $JJ$  izzó katódot (21. ábra), amelyet rádiócsövekben használunk és amelyből az izzítás következtében elektronok lépnek ki.



körülveszünk egy  $R$  ráccsal, melynek a katódhoz képest  $V$  potenciált adunk, akkor a rácson túl az

$$eV = \frac{1}{2} m v^2$$

egyenlet által meghatározott  $v$  sebességű elektronokat kapunk, melyek a rácsot körülvevő hidrogéngáz  $H$  atomjait bombázni fogják. Ha akkora  $V_{51}$  potenciálkülönbséget kapcsolunk a rács és izzókatód közé, hogy

$$W_5 - W_1 = \frac{1}{2} m v^2 = eV_{51}$$

legyen, a bombázó elektronok által a hidrogénatomnak átadott energia elegendő lesz a hidrogénatom elektronjának az  $m = 5$  pályára való felemelésére, vagyis a hidrogénatom olymértékű gerjesztéséhez, hogy a Balmer-sorozat  $m = 5 \rightarrow n = 2$  vonalának a kibocsátása létrejöhessen. Az elektronokkal bombázott hidrogéngáz fénykibocsátását spektrográffal megfigyelve, mérhetők egy voltméterrel azok a  $V_{mn}$  feszültségkülönbségek az izzó katód és a rács között, melyek alkalmazása mellett bizonyos  $v_{mn}$  frekvenciák emissziója a bombázott atomból megindul. Mivel

$$h\nu_{mn} = W_m - W_n = 6V_{mn}$$

kell legyen, az atom energianívkülönbségei  $e$  módszerrel elektromos úton, voltméterrel mérhetők meg. Mondanom sem kell, hogy a voltméterrel mért energianívkülönbségek a tisztán spektroszkópiailag mért értékekkel szépen egyeznek.

Ezen eredmények megvilágításában tehát az a hatalmas irodalom, mely a különböző atomok által kibocsátott színekpvonalak hullámhosszúágait katalogizálja, tulajdonképen a különböző atomok különböző energianívóinak a rendszerét katalogizálja.

*Az atómminta, melyet Bohr javasolt* és melynek sikereit láttuk és még néhányat ismertetni fogok, *sajnos, nem terjeszthető-ki kvantitative egynél több elektront tartalmazó atomokra.* A Bohr-minta szerint szigorúan, számszerűen csakis a hidrogénatom, vagy oly atómcsonkok, mint pl. az egyszer ionizált hélium, vagy kétszer ionizált lithiumatom, stb. tárgyalhatók, melyek csak két részecskét, nevezetesen a magot és egy elektront tartalmaznak. Ilyenkor matematikailag az asztronómus kéttest problémájával van dolgunk, mely általánosságban integrálható és így az elektronpályák kvantumozhatók. Már a háromtest problémánál ez nem lehetséges. Ezért *a több elektront tartalmazó atomok esetében a kvantitatív minta helyébe már csak egy kvalitatív atómminta lép.* A héliumatómban a magon kívül két elektron, a lithiumatómban a lithiummagon kívül három elektron van, stb. A kvalitatív atómminta, mely a több elektront tartalmazó atomokról kialakult, annyiban kvalitatív, hogy nem adja meg számszerűen a héliumszínekp, vagy a lithiumszínekp, vagy a nátriumszínekp stb. színekpvonalainak frekvenciáit, vagyis hullámhosszúágait úgy, ahogy például a Bahner-sorozat hullámhosszúágait, illetőleg frekvenciáit pontosan, számszerűen megadta a hidrogénatom Bohr-féle mintája. A kvalitatív atómminta csak a többelektronos atomok színekpeiben megfigyelt kvalitatív törvényszerűségeket magyarázza meg és értelmezi. A kvalitatív atómminta éppen e törvényszerűségek figyelembevételével alakult ki és tekintettel volt még azonfelül a vonatkozó kémiai és egyéb tapasztalatokra is. A törvényszerűségek, melyek a többelektronos atomok színekpeiben megnyilvánulnak, igen bonyolultak. A színekpvonalsorozatok, melyek a hidrogénatom színekpében megfigyelhetők, valamennyien adódnak mint energianívósorozat különböző nívói közötti átmenetek. A többelektronos atomok több energianívósorozattal rendelkeznek, melyek mindegyik nívója azonfelül többszörös lehet. Sikerült megtalálni a törvényszerűségeket, melyek a különböző energianívók közötti átmeneteket szabályozzák és ezeket a kvalitatív atómmintában értelmezni. Ugyancsak a spektroszkópiái és kémiai tapasztalatok figyelembevételével sikerült kideríteni azokat a törvényszerűségeket, melyek megszabják az elektronok elrendeződését az atomokon belül. Az elektronok úgynevezett héjában helyezkednek el. Az első legbelső héj a K-héj. Ebben két elektron foglalhat helyet. A következő

*L*- és *Ál*-héjban 8—8 elektron lehet és így tovább. A *K*-héj tehát megtelik a héliumatombban, az *L*-héj a neonatombban, melynek rendszáma  $2 + 8 = 10$ . az *Ál*-héj az argonatombban, melynek rendszáma  $2 + 8 + 8 = 18$ , stb. Mindig egy nemesgázatómban telik meg a héj. A nemesgázatóm igen stabil elektronkonfigurációt mutat. Ha a nemesgázhéjhoz egy elektront adunk, az alkálifém-atom elektronkonfigurációját nyeri. A lithiumban van a megtelt *K*-héj plus egy elektron az *L*-héjban, a nátriumban van a megtelt *L*-héj plus egy elektron, stb. A lithiumatómban az *L*-héjban lévő egyetlen elektron, a nátriumatómban az *Ál*-héjban lévő egyetlen elektron az, melynek a külső, elektronok által meg nem rakott héjak, ill. elektronpályák közötti átmenetei alkalmával történik a látható és ultraibolya színeké kisugárzása. Az azonos külső elektronkonfiguráció, egyetlen elektron a megkezdett héjban, hozza létre az azonos szerkezetű színeképeket az alkáliatómok, a lithium, nátrium, kálium, stb. esetében. A látható és ultraibolya színeképe tehát az atom perifériás tulajdonsága éppúgy, mint az atom kémiai sajátságai. Ezek az atom külső elektronkonfigurációjától függenek, ezért megismétlődnek mindig a periodikus rendszer ugyanazon oszlopában. Nem így a Röntgen-színeképek. Ezek semmiféle periodicitást nem mutatnak, nem ismétlődnek meg a periodikus rendszer ugyanazon oszlopában. A Röntgen-színeképvonalak frekvenciája szabályosan növekedik, ha alacsonyabb rendszámú elemről áttérünk magasabb rendszámú elemekre. Azonkívül a Röntgen-frekvenciák kb. 10.000-szer nagyobbak, mint a látható és ultraibolya színeképek frekvenciái. E tények mind megérthetők a kvalitatív atómminta alapján. A Röntgen-színeképe vonalai akkor keletkeznek, ha az elektron a belső, elektronokkal megrakott pályák vagy héjak valamelyikéről egy beljebb fekvő héjra kerül, pl. az *L*-, vagy az *Ál*-héjről a *K*-héjra stb. A *K*-héjon végződő elektronátmenetek alkalmával kisugárzott frekvenciák alkotják a *K*-sorozatot, stb. Ezek a belső, elektronokkal megrakott héjak a mag közelében + *Ze* töltésének hatása alatt állván, e héjakhoz tartozó energiák igen nagyok és a *Z* rendszámmal együtt kvadratikusan növekednek. Ugyanez vonatkozik ezen energiák különbségeire, a kisugárzott Röntgen-színeképvonalak frekvenciáira is. Azért ezek sokkal nagyobbak, mint a látható vagy ultraibolya frekvenciák és azért nem mutatnak *Z* növekedésével semminemű periodicitást, hanem szabályszerű növekedést. Viszont a külső elektronpályák energiáira, mely pályák között a lithium *L*-héjban lévő egyetlen, vagy a nátrium *Ál*-héjban lévő egyetlen, vagy a kálium *N*-héjban lévő egyetlen elektronsa ugrál, a + *Ze* magtöltésnek *Z*-vel arányosan növekedő befolyása nincs, mert annak hatását a *K*, *L* és *Ál* zárt héjakon helyet foglaló

( $Z-1$ ) elektron negatív töltése leárnyékolja. *Ezért a periférián keletkező látható színekben a periodicitás dominál, az atom belsejében keletkező Röntgen-színekben a magtöltést megszabó  $Z$  rendszám.* A látható és Röntgen-színkép keletkezésének különböző helyével magyarázható e színek abszorpciójára vonatkozó törvényszerűségekből megnyilvánuló lényeges különbség is. Ez úgy fejezhető ki, hogy a látható vagy ultraibolya színekben minden emissziós színképvonalnak megfelel egy abszorpciós színképvonal, viszont a Röntgen-színekben abszorpciós színképvonalak nincsenek, csak emissziósak. Ha a látható színkép gerjesztésekor az úgynevezett szeries-elektront, pl. a nátriumatómban az  $A_1$ -héjon, vagy  $AL$  pályán lévő egyetlen elektront magasabb energiájú elektronpályára emeljük, úgy ez az elektron leesve egy belsőbb, alacsonyabb energiájú pályára megfelelő színképvonalat sugároz ki. Legyen a magasabb energiájú pálya energiája  $W_n$ , az alacsonyabb energiájú pályáé  $W_a$ , akkor a kisugárzott frekvencia

$$v h = W_n - W_a.$$

Ez az elektronugrás ellenkező irányban is létrejöhet, ha folytonos színképű fehér fényből a nátriumatóm a  $h\nu > W_n$  energiát elnyeli, mert az elektronpályák, melyek közötti átmenetekről szó van, üresek. Más a helyzet a Röntgen-színekben. Ha a Röntgen-lámpa antikatódjának atomjában az alacsonyabb energiájú  $K$ -héjból a Röntgen-lámpában létesített katódsugárnyalábal kiütünk egy elektront és így ott üres helyet csinálva, az antikatód atomjait emisszióra gerjesztjük, egy magasabb energiájú héjról, pl. egy  $L$ -elektron leesik oda a  $K$ -héjra és létrejöhet a  $K_\alpha$  emissziós színképvonal, de *a megfordított folyamat nem jöhet létre.* Egy folytonos Röntgen-színképből elnyelt  $h\nu_a$  energia nem emelheti a  $K$ -elektront az  $L$ -héjra, mert ott nincs üres hely. Az atom az ehhez szükséges  $h\nu_a$  energiával nem tud mit kezdeni és így azt el sem nyeli. A  $K$ -héjról csak egészen ki, az atom perifériájára emelhető az elektron. Ezért az atom csak akkora  $h\nu$  energiakvantumokat nyel el, melyek erre képesek. így jön létre a Röntgen-abszorpciós sáv ott, ahol a  $K$ -sorozat a rövid hullámhosszúságok felé végződik.

A kémiai sajátságok periodicitása úgy jön létre, hogy a kémiai erők az atom perifériájának sajátságai, ott erednek, tehát résztvesznek annak periodicitásában.

A kvalitatív atómminta értelmezte a bonyolultabb típusú Zeeman-jelenségeket is, visszavezetve a színképvonalak mágneses felbomlását a spektrális

termek mágneses felbomlására. Ezzel kapcsolatban az atom-minta még teljesebb hasonlóságot nyert a naprendszerhez, mert az egyes elektronoknak éppúgy egy tengely körüli forgást, az ú. n. elektronspint kellett tulajdonítani, mint ahogy az egyes bolygók, pl. Földünk is forog egy rajta keresztülment) tengely körül.

E sok szép és nagy eredmény ellenére az aggályok az atómmintával szemben bár elhalkultak, de nem némultak el teljesen. Elégedetlenek voltak a fizikusok pl. azért, hogy az atómminta, különösen a Bohr-féle kvantitatív hidrogénatómminta megadja ugyan a színképvonalak frekvenciáit, de mit sem mond a színképvonalak fényerősségéről. Az idevonatkozó információkat a klasszikus elektromágneses elméletből kellett kölcsönvenni. Hasonló volt a helyzet a Zeeman-összetérők polározását illetően is. Mások azt kifogásolták, hogy a stabil pályákat kiválasztó  $\int p dx$  kvantumintegrál úgy működik, mint egy deus ex machina. Azután rámutattak arra, hogy talán túlságosan naív dolog, részleteiben kidolgozni egy modellt és egy azzal kapcsolatos elméletet, melyben szerepelnek elektronok keringési idejei, frekvenciái, sebességei stb., csupa olyan mennyiség, melyek nem figyelhetők meg. Egy olyan elméletre törekedtek, melyben csak megfigyelhető mennyiségek, mint színképvonalfrekvenciák, fényerőségek, polározási állapotok, stb. szerepelnek. Ezekből a törekvésekből született a kvantummechanika.

Ennek bevezetésül fordítsuk figyelmünket arra a párhuzamosságra, mely a fizika két eleddig teljesen független fejezete, úgymint az optika és a mechanika között megnyilvánul. Már említettem a relativitáselméletnek azt az alapvető eredményét, hogy minden energiának van tehetetlen és gravitáló tömege és minden tömeg egy energiát képvisel. Adva lévén egy  $E$  energiameennyiség ergekben kifejezve, tömegét úgy nyerjük grammokban, hogy az  $E$ -t elosztjuk a  $c$  fénysebesség négyzetével:

$$\frac{E \text{ erg}}{c^2 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-2}} = m \text{ gramm.}$$

És megfordítva, ha a grammokban adott  $m$  tömeget szorozzuk a  $c$  fénysebesség négyzetével, megkapjuk energiáját ergekben.

Láttuk azután, hogy vannak bizonyos optikai jelenségek, melyek csak úgy értelmezhetők, hogy a fénynek, melynek színe legyen a  $X$  hullámhosszúsággal és a hozzá tartozó  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  frekvenciával jellemezve, korpuszkuláris szerkezetet tulajdonítunk, vagyis úgy tekintjük, hogy a fénynyaláb  $c$  fénysebes-

seggel repülő fotonokból áll, melyek mindegyike  $h\nu$  energiával, tömeggel és — mozgásmennyiséggel rendelkeznek. (Ilyen volt pl. a Compton-jelenség.) Viszont vannak más optikai jelenségek, pl. a fény elhajlása keskeny réseken, melyek követelik a fényenergia hullámszerű terjedését. A fény természetét illetően tehát egy bizonyos megadással kompromisszumot kötöttünk, hogy a fény kétlaki, hol korpuszkuláris, hol hullámszerű. Megjegyzendő itt, hogy a két megnyilvánulása a fénynek erősen össze van növe, mert a *foton* energiáját a *hullám* hosszúsága definiálja:

$$h\nu = h \frac{c}{\lambda}, \dots\dots\dots (36)$$

a foton tömegét szintén:

$$m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} \dots\dots\dots (37)$$

Energia és tömeg egymással arányos mennyiségek lévén, az energia megmaradásáról szóló tétel identikus a tömeg megmaradására vonatkozó tétellel. Az előbbi az optikában ugyanazt a szerepet játsza, mint az utóbbi a mechanikában. Az optikában az  $m = \frac{h\nu}{c^2}$  tömegű foton  $c$  sebességgel egyenesvonalú pályán mozog (ez a fény egyenesvonalú terjedése), ennek megfelel a mechanikában *Newton* első törvénye. Az optikában azonban a fény egyenesvonalú terjedésére vonatkozó törvény korlátolt érvényű. Nagy keresztmetszetű nyalábokban a fény egyenes vonalban terjed, de a törvény érvényessége megszűnik, ha nagyon keskeny réseken áthaladt, nagyon keskeny fénynyalábról, néhány fotonról, a fény legkisebb részeiről van szó. Ilyenkor pl. az optikai rácson való áthaladás alkalmával a fényelhajlás jelenségében kibújik a zsákból a fény hullámszerű természete.

Nézzük most, hogy állunk a mechanikában ennek megfelelő *Newton-féle* első mozgási alaptörvénnyel? Az összes eddigi tapasztalatok a testek, anyagi részecskék, korpuszkulák mozgását illetően összhangban voltak a *Newton-féle* mozgási törvényekkel. Utalok itt arra, hogy pl. az elektronok eltérítése a *Braun-féle* csövekben elektromos erők által (parabolikus katódsugárpálya) vagy mágneses erők által (kör- vagy spirálisalakú katódsugár) teljesen a *Newton-féle* törvényekkel összhangban történik. Azonban az optika és a mechanika között mutatkozó párhuzamosság alapján várható — ez volt *Louis*



*de Broglie* herceg feltevése —, hogy az anyag is, éppúgy, mint a fény, kétlaki természetű és az anyag hullámtermészete alkalmas körülmények között szintén meg fog nyilvánulni és az egyenesvonalúitól eltérő terjedésre, elhajlásra fog vezetni. Az optikában a fényhullám  $X$  hosszúsága meghatározza (37) értelmében a  $c$  sebességgel száguldó fényrészecskének, a fotonnak  $m$  tömegét, a mechanikában ugyancsak (37) fogja meghatározni a  $v$  sebességgel száguldó anyagi részecskének, az atommagnak, vagy pl. az  $m$  tömegű elektronnak a

$$\lambda = \frac{h}{mv} \dots\dots\dots (38)$$

hullámhosszúságát. Félő, hogy az olvasó, ki eddig átrágtta magát e cikken, most végleg leteszi azt, mondván, hogy a herceg úr ideája túlságosan vad dolog. Mert Isten neki, legyen a fény kétlaki természetű. Ezt még be lehet venni, mert hiszen nem látom, nem tudom megtapintani sem a fényhullámot, sem a foton. Ezekről csak indirekt vehetek tudomást. De az anyagot látom. Bármilyen finoman örööm is, nem veszek észre rajta hullámszerű viselkedést. Azonban jól ügyeljük. Azokról a részecskékről van szó a *de Broglie*-féle feltevésben, az atommagokról, az elektronokról, stb., melyeket már nem látunk és tapintunk, hanem amelyekről már csak éppoly indirekt értesülünk van, mint a fotonokról. De különben is felesleges vitázni, fizikáról van szó, tehát a kísérletek fognak dönteni a *de Broglie*-féle feltevés sorsáról.

A foton hullámtermészete akkor bújik ki a zsákból, ha oly keskeny résen kell átmennie, melynek szélessége alig nagyobb, mint a foton hullámhossza (37) szerint. Pl. a látható fény számára készülő rácsok szélessége 10.000—14.000 Å, míg az elhajlítandó hullámhosszak 4000 Å-től 7800 Å-ig terjednek. Ennek megfelelően az várható, hogy az elektron hullámtermészete is akkor fog meg nyilvánulni, ha oly keskeny rések közé kerül, melyek szélessége csak kevéssel nagyobb, mint az elektron (38) alapján várható hullámhosszúsága. Ez a hullámhosszúság az elektron  $m$  tömegétől és  $v$  sebességétől függ. Ha az elektron  $v$  sebességét úgy létesítjük, hogy az  $e$  töltésű elektront két elektród között gyorsítjuk, melyek közt a potenciálkülönbség  $V$ , akkor (7) szerint

$$\frac{1}{2} mv^2 = eV. \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m}},$$

vagy ha a  $V$  potenciálkülönbséget Voltokban mérjük,

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m \cdot 300}}$$

Helyettesítve a sebesség ezen értékét (38)-ba, a  $V$  Volt potenciálkülönbséggel gyorsított elektron hullámhosszúsága lesz:

$$\lambda = \sqrt{\frac{300 h^2}{2e m V}}$$

Ha ide betesszük a  $h$  Planck-féle állandó, az  $e$  elektrontöltés és  $m$  elektrontömeg számszerű értékeit

$$\lambda = \frac{12.2}{\sqrt{V}} \times 10^{-8} \text{ cm} = \frac{12.2}{\sqrt{V}} \text{ Angström egység.} \dots\dots\dots (39)$$

Tehát pl. 150 Volt potenciálkülönbséggel gyorsított elektron hullámhosszúsága 1 Angström. Ha százszor nagyobb feszültséggel, vagyis 15.000 Volttal gyorsítjuk az elektront, hullámhosszúsága 0.1 Angström lesz. Ezek a Röntgen-hullámhosszúságok nagyságrendjei. Ily hullámhosszak elhajlítására tehát ugyanazok a rácsok, nevezetesen a kristályrácsok használhatók, melyeket a Röntgen-fény elhajlítására is használnak. *Davissón* és *Germer* 1927-ben közölték idevonatkozó sikeres kísérleteik eredményeit, melyeknél nikkel-kristályokat használtak fel az elektronnalábok elhajlítására. E kísérletek nemcsak kvalitatíve igazolták, hogy az elektron is kétlaki természetű és alkalmas viszonyok között megnyilvánul hullámtermészete, hanem számszerűen igazolták a (38) alatti, illetőleg a vele egyenértékű (39) alatti összefüggést, melyek megszabják az elektron hullámhosszúságát, az elektron sebességének, illetőleg a gyorsító feszültségnek a függvényében. A kristályrács állandójának és az elhajlás lemért irányának ismeretében ugyanis az elhajlított elektronnaláb hullámhossza az ismert formulák alapján kiszámítható és ezek az elhajítás alapján megmért hullámhosszak (a fény hullámhosszát is így mérjük) pontosan egyeztek a (38) vagy (39) alapján az elektronnak tulajdonított hullámhosszakkal. Az elektron hullámtermészetét ezek a kísérletek tehát kétségkívül igazolták. Az elektronnaláb, illetőleg annak elhajlása kristályokon éppoly hatásos eszköze lett az anyagszerkezeti kutatásoknak, mint a Röntgen-fény elhajlása.

A (38) alatti összefüggéssel kapcsolatban kifejtett megfontolás a relativitáselméletnek az energia és anyag ekvivalenciájára vonatkozó eredményén

alapszik. Ezért tekintetbe kell venni a relativitáselmélet azt a megállapítását is, hogy egy test tömege általában függ sebességétől is. Ha egy test egy koordináta-rendszerben nyugalomban van, és nyugalmi tömegét  $m_0$ -vel jelöljük, akkor e koordináta-rendszerhez képest  $v$  sebességgel mozogván, e mozgási állapotában  $m$  tömege:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \text{ hol } c \text{ a fénysebesség.} \dots\dots\dots (40)$$

Ez a tömeg szerepel a (38) alatti összefüggésben úgy, hogy

$$\lambda = \frac{h \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v} \dots\dots\dots (41)$$

Valamely hullám  $\lambda$  hosszúsága,  $u$  terjedési sebessége (fázissebessége) és a hullám  $\nu$  frekvenciája között általában fennáll a

$$\lambda = \frac{u}{\nu}$$

összefüggés. (41) figyelembevételével

$$\frac{u}{\nu} = \frac{h \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v}, \text{ vagyis } h\nu = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot u \cdot \nu = m u \nu. \dots\dots\dots (42)$$

(42) tehát megadja az elektronnal kapcsolatos anyaghullámok  $h\nu$  energia-adagját, vagyis az elektron energiáját. Másrészt az  $m$  tömegű elektron ener-

$$h\nu = m u \nu = m c^2, \text{ vagyis } u = \frac{c^2}{\nu} \dots\dots\dots (43)$$

giája a relativitáselmélet szerint  $mc^2$ , tehát

A (43) alatti fontos összefüggés megadja az elektronnal kapcsolatos *anyag*hullámok  $u$  terjedési sebességét (fázissebességét), ha adva van az elektron  $\nu$  sebessége. Az elektronhullámok frekvenciája

$$\nu = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{c^2}{h} = \frac{m c^2}{h} \dots \dots \dots (44)$$

Ha az elektron nyugalomban van, vagyis sebessége zérus lesz,  $v = 0$ , akkor (41) értelmében  $\lambda$  hullámhosszúsága is és (43) értelmében hullámainak  $u$  fázissebessége is végtelen nagy lesz, de a két mennyiség hányadosa a

$$\nu = \frac{u}{\lambda} \dots \dots \dots (44a)$$

frekvencia felveszi a (44) alapján ( $v = 0$ ) adódó

$$\nu_0 = \frac{m_0 c^2}{h} \dots \dots \dots (45)$$

értéket. Tehát

$$h\nu_0 = m_0 c^2 \text{ és } h\nu = m c^2 \dots \dots \dots (46)$$

$\nu_0$  a nyugalmi frekvenciája az elektronnal kapcsolatos anyaghullámnak. A (41)—(46) egyenletek tartalmi nem egyebek, mint a *Davisson—Germer*-kísérletek eredményeiben megnyilvánuló tapasztalatból vont következtetések. E kísérletek dokumentálták az elektronnal kapcsolatos hullámok létezését és a (41)—(46) egyenletek megadják e hullámok hosszúságát, frekvenciáját és terjedési sebességét (fázissebességét) az elektron  $v$  sebességének függvényében. Figyelemreméltó pl., hogy az elektronnal kapcsolatos hullámzás akkor is folyik  $\nu_0$  frekvenciával, ha az elektron nyugalomban van. Sok fizikus, talán a legtöbb, nem szokott megelégedni a tapasztalatból vont következtetések ilyen elvont kifejezésével; jobban tudja beleélni magát egy gondolatkörbe, ha egy mechanizmust, egy modellt lát lelki szemei előtt. Ezek most nehéz helyzetben vannak, mert már arra az első kérdésre sem tudunk felelni, hogy mi az a mennyiség, ami az elektronnal kapcsolatban hullámzik? Azonban ez nyilván nem eshet latba komoly súllyal a *Davisson—Germer*-kísérleten alapuló elmélettel, a hullámmechanikávat szemben, mert ily helyzetekkel már volt dolgunk a fizika fejlődésében. Itt volt pl. a fény hullámelmélete. Ennél sem volt egyideig semmiféle kísérleti anyag, tapasztalat, mely útmutatással szolgált volna arra vonatkozóan, hogy mi az a mennyiség, ami a fényhullámban rezeg, miféle vektor is az a fényvektor? Ilyenek hiányában alakították ki a modellek utáni vágyódástól hajtva a fizikusok a rugal-

más fényelméletet, mely a fényhullámot a rugalmas aether hullámának, a fényvektort az aetherrészecskék elmozdulásának tekintette. Ez azonban csak egy lehetséges interpretációja volt a lényegnek, az (1) alatti differenciálegyenletben kifejezett törvényszerűségnek. Ez a lényeges tartalma a hullámelméletnek azután változatlanul megmaradt akkor is, mikor az elektromágneses fényelmélet kialakulásakor a fényvektort mint elektromos vagy mágneses térerősség! vektort értelmezték. Űgy, hogy most sem kell hogy aggaszson az a körülmény, hogy nem tudjuk, hogy mi az a mennyiség — jelöljük talán  $ip$ -vel —, ami az elektronnal kapcsolatban hullámzik. A lényeges, hogy ily mennyiség a tapasztalat szerint létezik és a vele kapcsolatos hullámhossz elhajlítás kísérlet alapján mérhető és frekvenciája, valamint terjedési sebessége (fázissebessége) kiszámítható. Ha ily  $\langle p$  mennyiség létezik, ki fogja elégíteni a hullámelmélet alapvető differenciálegyenletét, az (1) alatti hullálegyenletet:

$$\frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \dots \dots \dots (47)$$

yi a / folyó időnek és a részecske, pl. az elektron  $x, y, z$  koordinátáinak függvénye. Ha több részecskéből álló rendszerről van szó, akkor  $\langle p$  mindegyik részecske  $X_i, y_i, z_i$  koordinátáinak is függvénye. Mivel  $ip$  a  $t$  időnek  $v$  frekvenciájú periodikus függvénye, tehát

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -4\pi^2 v^2 \psi$$

és akkor (44a) szerint

$$\frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = -\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \psi \text{ vagyis } \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \psi = 0 \dots (48)$$

Legyen egy elektronnál szó és legyen  $E$  a rendszer egész energiája és  $V$  a helyzeti energiája. Akkor  $E - V$  az elektron mozgási energiája, vagyis

$$E - V = \frac{1}{2} m v^2, \text{ tehát } mv = \sqrt{2m(E - V)}, \dots \dots (49)$$

(38) szerint

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{mv}{h} = \frac{\sqrt{2m(E - V)}}{h} \text{ és (48)-ből lesz:}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m (E - V)}{h^2} \psi = 0 \quad \dots \quad (50)$$

Ez a hullámmechanika alapegyenlete, a híres *Schrödinger-féle* egyenlet. Nézzük meg már mostan, hogy minden modellszerű kép mellőzésével hogyan fogja meg a hullámmechanika az atomszerkezeti problémákat a Schrödinger-egyenlet segítségével. Mindenekelőtt fel kell írni a rendszer  $V$  potenciális energiáját. Ez a rendszert alkotó részecskék, magok és elektronok koordinátáinak függvénye; ezt beírjuk (50)-be. Azután keresni kell az (50) alatti differenciálegyenletnek oly megoldásait, melyek mindenütt végesek, folytonosak és egyértékűek. Ilyenek csak az  $E$  energiaparaméter bizonyos meghatározott  $E_1, E_2, E_3, \dots$  stb. értékeinél, a probléma úgynevezett saját értékeinél léteznek. Ezek az  $E_1, E_2, E_3, \dots$  stb. értékek a rendszer, az atom stacionárius állapotaihoz tartozó energiák. Ezek szabják meg a kisugárzott színeképet, illetőleg annak frekvenciáit, (29) szerint. A hidrogénatom pl. nyugalomban lévő mag esetében egyetlen elektrontól áll és a potenciális energia

$$V = -\frac{e^2}{r},$$

hol  $r$  az elektron távolsága a koordináta-rendszer kezdőpontjában nyugvó magtól. A Schrödinger-egyenlet lesz tehát:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} \left( E + \frac{e^2}{r} \right) \psi = 0 \quad \dots \quad (51)$$

Azok az  $E$  saját értékek, melyek mellett e differenciálegyenletnek véges, folytonos és egy értékű megoldásai vannak, a következők:

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m e^4}{h^2 n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad \dots \quad (52)$$

Ezek pontosan a Bohr-modell (26) alatti energiaértékei. Míg tehát a Bohr-modellnél a stacionárius pályákat, vagyis az (52) alatti energiaértékeket a (22) alatti kvantumfeltétel segítségével nyerjük, mely kvantumfeltétel működését sokan úgy fogják fel, mint egy deus ex machinát, addig a Schrödinger-egyenlet ezeket az energiaértékeket automatikusan adja azon természetes, hogy úgy mondjam, mindennapos követelmény alapján, hogy differen-

ciálegyenletünk véges, folytonos és egyértékű megoldásaira vagyunk kíváncsiak. Érdekes egyébként, hogy a (22) alatti kvantum feltétel mily szemléletes tartalmat nyer a hullámmechanika megvilágításában. A kvantumfeltétel azt mondja, hogy a stacionárius Bohr-pálya  $r$  sugarát az a kikötés szabja meg, hogy az  $m$  tömegű és  $v$  sebességgel keringő elektron  $m v r$  forgási impulzusa az egész pályán integrálva, vagyis megszorozva  $2\pi$ -vel, legyen egyenlő a  $h$  állandó valamilyen  $n$  egészszámú többszörösével:

$$2\pi m v r = h n.$$

Ez úgy írható, hogy

$$2\pi r = n \frac{h}{m v} = n \lambda,$$

ami azt mondja, hogy azok a pályák a stacionárius pályák, melyek kerületén  $n$  egészszámú elektronhullám fér el. Egészen hasonló a kikötés ahhoz, amely pl. megszabja a rezgő húr esetében a stacionárius állapotokat, a lehetséges felhangokat: a húr hossza legyen egyenlő a hullámhosszúság felének  $n$  egészszámú többszörösével.

Igen tanulságos megnézni, hogyan alakul a hullámmechanikában a Planck-féle harmonikus oszcillátor tárgyalása. Ez volt tudvalevőleg a kvantumelmélet kiindulópontja és a (14)–(19) egyenletekben láttuk, hogyan történik az oszcillátor kvantumozása Planck szerint. Az (50) alatti egyenleten alapuló hullámmechanikai tárgyalás számára mindenekelőtt fel kell írni az oszcillátor  $V$  helyzeti energiáját. Rezegjen ismét az  $m$  tömegű oszcillátor a (14) alatti

$$x = A \sin 2\pi v t$$

egyenlet szerint. Akkor gyorsulása

$$\ddot{x} = -4\pi^2 v^2 A \sin 2\pi v t = -4\pi^2 v^2 x,$$

tehát az egyensúlyi helyzet felé visszahajtó erő

$$m \ddot{x} = -4\pi^2 v^2 m x,$$

és a helyzeti energia

$$V = - \int_0^x m \ddot{x} dx = 2\pi^2 v^2 m x^2.$$

Így az oszcillátor Schrödinger-egyenlete lesz:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - 2\pi^2 v^2 m x^2) \psi = 0.$$

Véges, folytonos és egyértékű megoldások akkor adódnak, ha

$$E = (2n + 1) \frac{h\nu}{2} = \left(n + \frac{1}{2}\right) h\nu, \dots \dots \dots (53)$$

Az oszillátor energiája tehát a következő értékeket veheti fel:

$$\frac{1}{2} h\nu, \frac{3}{2} h\nu, \frac{5}{2} h\nu, \frac{7}{2} h\nu, \dots$$

Az (53) egyenlet különbözik (19)-től. Míg tehát a hidrogénatom esetében a hullámmechanikai tárgyalás az energiaértékeket illetően pontosan ugyanazokra az értékekre vezetett, mint a Bohr-féle minta, addig itt az oszillátor esetében a Planck-féle kvantumozás szerint a kvantumszámok egész számok, míg a hullámmechanika szerint a kvantumszámok feles számok, egy egész szám plusz egy fél. Az ultravörös molekulaszínképekben e kérdés kísérletileg megvizsgálható és e tapasztalatok a hullámmechanika feles kvantumszámai javára döntöttek.

Ezen túlmenően az atomszínképekben és molekulaszínképekben, valamint az atom- és molekulaszervezetekben megnyilvánuló empirikus törvényszerűségek a hullámmechanika szerint a 'p függvény szimmetriasajátságai alapján egyszerűen és logikusan értelmezhetők voltak. Ehhez járult, hogy felvilágosítást kaptunk most a színképekben található intenzitáseloszlásokra vonatkozóan is. Új jelenségeket is megjövendölt a hullámmechanika, melyeket azután a kísérlet igazolt. Kétségtelen tehát, hogy az (50) alatti Schrödinger-egyenlet a korpuszculák és azokból álló rendszerek viselkedésére vonatkozóan alapvető igazságokat fejez ki. Talán úgy mondhatnánk, hogy a Schrödinger-egyenletben vannak megírva az atomok és molekulaszervezetek sajátságai és törvényszerűségei. Megvolnának tehát az atomszerkezetek és molekulaszervezetek törvényei, de e szerkezetek modelljei — úgy látszik — végleg elvesztek. Elvesztek oly értelemben, hogy nem tudjuk magunk elé képzelni a szerkezetet, mely e törvényeknek megfelelően működik. Mert csak azt lehet elképzelni, aminek mását, amihez hasonlót nagyban, makroszkopikus méretekben láttunk. Makroszkopikus szerkezetek pedig



más törvények szerint működnek, mint amelyek a Schrödinger-egyenletben meg vannak írva.

Ezért — úgylátszik — mint hiú és naiv törekvésről le kell mondanunk az atómmodellekről és molekulamodellekről. Ezt azonban nem kell tragikusan venni. Ilyesmi már előfordult. Lemondtunk pl. a görögök derűs és naiv istenmodelljeiről, Zeusról, Héráról, Aphroditéról, Pa'Jlas Athénéről, stb. Ezeknek a varázsa, éppúgy, mint a Bohr-féle modellé, abban rejlett, hogy jól elképzelhető lények voltak, mert olyan törvények szerint működtek, melyeket már másutt az emberi életben megszoktunk. A Bohr-modell is azért volt oly szimpatikus, mert kicsinyített méretben hű utánczata volt naprendszerünknek. Azonban be kell látnunk, hogy nem volt adekvát és hiú dolog egyáltalán azt várni egy modelltől, hogy adekvát legyen. Ez szinte fából vaskarika.

Hogy mennyire az, belátható, ha meggondoljuk, hogy pl. az elektron momentán tartózkodási helyét a mag körül nem adja meg pontosan, nem lokalizálja a Schrödinger-egyenlet. Az elektron el van kenve, mindenütt lehet, a hullámmechanika egy helyre vonatkozóan csak annak a valószínűségét adja meg, hogy az elektron a kérdéses helyen található.

Akik azonban túlságosan fájlalják a szemléletes modell elvesztését, vigasztalódhatnak azzal, hogy viszont a görögök által annyira megcsodált szimmetria most a fizikában is szépen kifejezésre jut, mert a fény is és az anyag is kétlaki, mindkettőnek van úgy korpuszkuális, mint hullámszerű természete.

# AZ IPAR FEJLŐDÉSE

ÍRTA  
MISÁNGYI VILMOS

## BEVEZETÉS.

**A** MŰVELŐDÉSTÖRTÉNET tanúsága szerint az ember ősidőktől fogva arra törekedett, hogy a nagy természet nyújtotta anyagokat, majd az erőforrásokat a maga szolgálatába állítsa.

E helyütt arról akarok beszámolni, hogy az anyagok feldolgozása milyen mértékig fejlődött napjainkban. Külön kell kiemelnem, hogy az utolsó száz év alatt mind sűrűbben találkozunk olyan eljárásokkal, melyek a természetes eredetű anyagok tulajdonságait módosítják és ezáltal azok felhasználhatóságát segítik elő, mint azt pl. az ötvözetek előállításánál látjuk vagy kevésbé értékes anyagokból mesterségesen állítanak elő értékesebb anyagokat, mint azt pl. a műanyagoknál tapasztalhatjuk.

Indokolt tehát természetes eredetű és mesterségesen előállított anyagokat különböztetni meg. A természetben található anyagok lehetnek ásványi eredetűek, növényiek és az állatvilágból származók, amihez járulnak még a tenger vizéből és a légkörből kivont anyagok is.

Mindazokat a műveleteket, eljárásokat és módszereket egyrészt és mindama szerszámokat, eszközöket, gépeket, készülékeket és berendezéseket másrészt, amelyek segítségével az anyagokat használati cikkeké lehet feldolgozni, a technológia tudománya öleli fel. Ez mechanikai vagy kémiai a szerint, amint a feldolgozásra kerülő anyag fizikai vagy kémiai sajátosságai módosulnak túlnyomórészt, megjegyezvén, hogy sokszor éles határt vonni a mechanikai technológia és a kémiai technológia között igen nehéz. Ebben leli magyarázatát az, hogy gyakran nagy megbecsülésben részesül az olyan vegyészmérnök, aki a gyakorlatban jártasságra tett szert a gépészetben, viszont keresett az olyan gépészmérnök, aki tudását a vegyészet terén bővítette ki.

Szabadjon itt megemlíteni, hogy Kruspér István 1850-ben József-ipar-tanodai helyettes tanárrá neveztetvén ki a gyakorlati mértanra és a mechanikai technológiára, vele vette kezdetét Hazánkban e tárgy előadása, önálló tanszéket a mechanikai technológia akkor kapott, amikor a József-polytechnikum egyetemi rangra emelkedett. Pilch Ágoston vette át Kruspér Istvántól a tárgy előadását „Iparműtan“ cím alatt s a tanszéket 1888-ban bekövetkezett haláláig vezette. Utóda Rejtő Sándor lett, aki ismét „mechanikai technológia“ címen vette át a tanszéket, melynek vezetője maradt 1924 végéig, amikor is nyugalomba vonult. Ez időtől fogva a tanszék feladatkörét e sorok írója látja el. A közel jövőben várható a széleskörű munkaterület kettéválasztása úgy, hogy külön tanszék feladata leend a vas- és fémnemű anyagok technológiája és egy másik tanszék a szerves anyagok feldolgozását fogja felölelni. A fa, a szálás anyagok, a papír, a bőr és a kaucsuk mechanikai technológiája lesz ez utóbbi tanszék működésének anyaga.

A kémiai technológia művelése a műegyetemen „vegyipar-műtan“ címen dr. Wartha Vince működésével vette kezdetét, aki ugyan már 1867-ben helyettes tanárrá neveztetett ki, de az ásvány- és földtanra s amikor a „vegyipar-műtan“ önálló tanszéket kapott, erre 1870-ben, a polytechnikum egyetemi rangra való emelése kapcsán neveztetett ki Wartha Vince műegyetemi nyilv. rendes tanárrá. 1912-ben vette át „kémiai technológia“ címen a tanszék vezetését Pfeifer Ignác, kinek utódjaként dr. Varga József látta el a tanszék ügyeit szintén „kémiai technológia“ címen 1923 óta egészen 1938-ban bekövetkezett iparügyi miniszteri kinevezéséig.

## **A MŰSZAKI ANYAGVIZSGÁLAT JELENTŐSÉGE.**

Közös jellemvonása a mechanikai és a kémiai technológiának, hogy mindkét tudományágban fennáll az a tétel, hogy az anyagok feldolgozásához a legmegfelelőbb eljárást és eszközt csak akkor tudjuk megválasztani, ha előzőleg a feldolgozandó anyag mindama tulajdonságait meghatároztuk, amelyek a feldolgozásra befolyással bírnak.

A múlt század második felében veszi kezdetét a tüzetesebb anyagvizsgálat, s ma már oly tökélyre emelkedett, hogy kész iparcikkeket, kész gépalkatrészeket képesek vagyunk azok tönkretétele nélkül is megvizsgálni. Mágneses erővonalak felhasználásával pl. acéldarabban felkutathatjuk azokat a hajszálrepedéseket, melyek különben nem volnának észrevehetőek. Vagy vas-, acél-, alumínium- és egyéb öntvényeken az annyira káros üregek,

hólyagok, nem látható salakzáródmányok létezését tudjuk kimutatni röntgenvizsgálatok segítségével. Optikai úton, megfelelő sugarakkal való rávilágítással, textilanyagokon elváltozásokat mutathatunk ki, melyek különben észrevehetőek sem volnának. Nagy fejlődés tapasztalható a mikroszkópiái vizsgálatok terén, melyek próbatestek, preparátumok vizsgálata mellett némely esetben a megvizsgálandó tárgy szétदारabolása nélkül is lehetővé teszik legalább az anyag felületének a megvizsgálását.

A műszaki anyagvizsgálat általában kiterjed a fizikai, a kémiai, a szilárdsági és a technológiai tulajdonságok megállapítására és egyaránt nagy a jelentősége az anyag megmunkálása előtt, a feldolgozás alatt és a már kész munkadarabon, vagy iparcikken. Szépen egészíti ki ezt az anyagvizsgálatot a használat közben való vizsgálat, melynek során megállapítható, hogy a gépalkatrész pl. egy tengely, vagy pl. egy drótkötélpályán a drótkötél, avagy egy hídnak az anyaga szenvedett-e már hosszabb-rövidebb ideig tartó igénybevétel következtében annyit, hogy ki kelljen cserélni vagy sem. Az anyag használat közben kifáradhat s ennek mértéke lehet olyan nagy is, hogy nagyobb bajokat előzhetünk meg a vizsgálattal.

Értékesek azok a műszaki anyagvizsgálatok is, amelyek már bekövetkezett törés, szakadás vagy baleset után végeztetnek el, annak megállapítása végett, hogy mi volt az ok. Ennek jelentőséget nemcsak a felelősség kérdésének a tisztázása kölcsönöz, hanem különösen becsesek lehetnek tanulság szerzése által.

A műszaki anyagvizsgálat végül egyenesen nélkülözhetetlen a kutatás terén, amikor újabb és újabb feladatok vetődnek fel, melyeknek megoldása műszaki anyagvizsgálat nélkül lehetetlen. Sok érdekesnél érdekesebb példa volna felhozható ennek igazolására és éppen ezért csak mintegy illusztrációképpen említem meg, hogy a kémiai ipar számára, olyan készülékek készítéséhez, melyeknek anyaga saválló kellett hogy legyen, fémre volt szükség, melyet az ötvözetekre irányuló kutatás meg is talált, pl. króm-nikkel ötvözetek alakjában, vagy villanyfűzők és villanymelegítők drótspiráljai számára hőtálló dróra volt szükség a drága platina helyett s azt króm-nikkelvas ötvözetek alakjában ismerték fel. S amikor ennek az ötvözetnek az előállítására nehézségekbe ütközött a nikkell hiánya miatt, keresni kellett olyan vas-króm ötvözetet, melynél a nikkell helyett könnyebben beszerezhető alkotó volt alkalmazható. Ez a kutatás is eredménnyel járt, mert megállapítást nyert, hogy az 5% alumíniumot tartalmazó króm-acél egész jól felel meg a célnak.

Ilyen nagy lévén az anyagvizsgálatok jelentősége, ma már alig van valamire való iparvállalat, mely ne rendelkezne anyagvizsgáló laboratóriummal, vagy legalább is ne tartana kellő kapcsolatot valamely anyagvizsgáló állomással. Magától értetődik, hogy e laboratóriumok felszerelése és működése igazodik a célkitűzéshez. A József nádor-műegyetem egyes tanzékeinek laboratóriumai, a technológia és anyagvizsgáló intézet, a magyar kir. államvasutak laboratóriuma, a magyar kir. állami vas-, acél- és gépgyárak budapesti és diósgyőri laboratóriumai, Budapest székesfőváros vegyészeti és élelmiszervizsgáló intézete, iparvállalatok laboratóriumai, s nem utolsó sorban a szépen fejlődő és nagyjelentőségű Haditechnikai Intézet mindegyike a számára kitűzött feladat szolgálatában olyan anyagvizsgálatot végez, kémiai analízis, szilárdsági vizsgálat, technológiai próbák, mikroszkópiái vizsgálatok, röntgenvizsgálatok, különböző fizikai tulajdonságok megállapítása útján, melyek a mindenkori célnak megfelelő felszerelést, műszereket, gépeket és eljárásokat igényelnek.

Jellemző a mai korra, hogy mind magasabbra és magasabbra értékeli a laboratóriumokban folyó kutatómunkát, melynek gyümölcseit elsősorban az ipar élvezi, de természetesen kihatással van a gazdasági élet széles területeire is. Ennek a felismerése idézte elő, hogy immár több, mint tíz éve a magyar gazdasági élet vezérférfiai létrehozták a Széchenyi tudományos egyesületet, melynek megalkotása az 1926-ban tartott természettudományi kongresszusra vezethető vissza. Számottevő összegeket bocsájt ez az egyesület a kutatók rendelkezésére, akik végzett munkájukról beszámolva, évről-évre lehetővé teszik, hogy Schimanek Emil dr. h. c. főtitkári jelentésében nyilvánosságra hozza a szebbnél-szebb és értékes eredményeket.

## **AZ IPAROK RÖVID ÁTTEKINTÉSE.**

A technológiai tudás gyakorlati alkalmazása kereseti forrás gyanánt hozta létre az ipart, amely éppen úgy lehet mechanikai ipar és kémiai ipar, mint maga a technológia is erre a két főágazatra válik szét. A mechanikai ipar is, a kémiai is, nemcsak a vállalatok nagysága szerint osztályozódik, hanem egyes ágait főleg a feldolgozásra kerülő anyagok vagy a készgyártmányok szerint szokták megkülönböztetni. Így beszélhetünk a mechanikai iparban vasiparról, fémiparról, faiparról, textiliparról, bőriparról stb., ha a feldolgozandó anyagok szerint különböztetjük meg az iparágakat és szólhatunk gépgyártásról, hajógyártásról, repülőgépgyártásról, autómobilgyártásról, bútort-

gyárról, székgyárról, cipógyárról, hadfelszerelési gyárról, ágyúgyárról stb., ha az iparágat a készítmény alapján akarjuk megjelölni. Az ipar mai képéhez tartozik annak megemlézése is, hogy nemcsak az egyes iparágakban tapasztalható nagy fejlődés újabb felfedezések, találmányok nyomán, hanem egészen új iparágak is keletkeznek. Ennek igazolására példa gyanánt emlékezem meg a műanyagok gyártásáról, ami már magában véve új iparág, de ha figyelembe vesszük, hogy ezek a műanyaggyárak magát a műanyagot, mint a további feldolgozás kiinduló, mondhatnám nyersanyagát hozzák forgalomba, úgy külön kell arról az iparról megemlékezni, amely ezt a műanyagot dolgozza fel. És hogy a műanyagfeldolgozóipar mennyire rányomja bélyegét a mai ipar képére, kitűnik abból, hogy nemcsak hiányt pótol, nemcsak gazdasági jelentősége nagy azáltal, hogy olcsóbb megoldásokat tesz lehetővé a megelőző drágább megoldások helyett, hanem az anyaggazdálkodás terén sokszor forradalmi jelentőségű újításokat vezet be. Példa gyanánt hivatkozom azoknak a tubusoknak a gyártására, amelyekből millió és millió darab kerül forgalomba mint fogpaszta, bórvaselin, kézapoló krémek, gyógykenőcsök, az élelmiszeriparban a különböző paszták tubusainál és a többi és a többi esetekben, amely tubusoknak zárócsavarja relatíve nagyobb tömegével s különösen nagy példányszámával az ónhány következtében szükségessé tette a pótanyag alkalmazását. Csattanója e fejlődésnek már most az a mód, ahogyan ezek a zárócsavarok a műanyagból olcsón és jól állíttatnak elő. A fémiparban jól vált be, különösen a nem nagyon magas hőfokon megömlő fémeknél, mint horganyötvözetek, alumínium-ötvözetek esetében az úgynevezett fröccsöntés (Spritzguss), melynél a megömlesztett fémet folyékony állapotban vezetik be a formába kellő nyomás alatt s akkor a fémformában megdermedt anyag igen kevés utánmunkálással eredményesen használható iparcikkeket, gépalkatrészeket eredményez. Ez a módszer nyer most alkalmazást a műanyagfeldolgozásban kiváló eredménnyel. A műanyagok egy jelentékeny részénél nem is kell megömleszteni, elég csak megpuhítani az anyagot annak felmelegítése által s így besajtolni a formába. Ezek a thermo-plasztikus anyagok összetételük szerint lehetnek savállóak, bizonyos mértékig hőállóak, jó elektromos szigetelők, átlátszók, színesek és ennek megfelelőleg alkalmazásaik szinte kiszámíthatatlanul kiterjedtek. Az optikában, rádiókészülékekénél, bútorvereteknél, az elektrotechnikában, kozmetikában, az egészségügyi szolgálatnál, divatcikkeknél, írószereknél, mint tölthető tollak, hordozható tintatartók, játékok, dohányzó-készletek, háztartási cikkek gyártásánál, fésűk, gombok és a többi haszná-

lati tárgynál nap-nap után hódít magának területet ez az iparág. így érthető, hogy gépgyárak alakulnak, vagy meglévő gépgyárak külön osztályai jönnek létre olyan gépek gyártására, melyek a thermo-plasztikus anyagok feldolgozására szolgálnak.

Félreértések elkerülése végett meg kell említenem, hogy e mellett vannak műanyagok, melyek rudak, lemezek alakjában kerülnek forgalomba és fúrva, faragva, esztergályozva, forgácsoló automatákon feldolgozva használatnak fel.

Közös jellemvonása valamennyi iparágaknak, hogy a fejlettségnek azon a fokán, amelyen az ipar ma áll, igen gyakran a feldolgozásra kerülő anyagot előbb minőségében megjavítják s azután dolgozzák fel, megjegyezvén, hogy ez a minőségjavítás esetleg csak a gyártás során következik be. Ezért kell akkor, amikor a mai világ képében az ipar állapotát nézzük, külön vizsgálni az anyag nemesítésére irányuló törekvéseket és külön tárgyalni magának az alakításnak módszerében mutatkozó fejlődést.

Végül anyag és módszer mellett ki kell emelni a szerszámok jelentőségét, melyeknek helyes megválasztására minden iparágaknak nagy súlyt kell fektetnie, ha versenyképes akar maradni, ha nemcsak minőségben akarja helyét megállni, hanem a termelési költségekben is állani akarja a versenyt. Az észak-amerikai Egyesült Államokban a legjobban megfizetett gépészmérnökök közé tartoznak a szerszámtervezők, az ú. n. „tool maker“-ek.

## **A VASIPAR.**

Az a szűkreszabott keret, mely e helyütt rendelkezésemre áll, arra kényszerít, hogy csak a legnagyobb horderejű jelenségekről emlékezzem meg, melyek az ipar mai képét jellemzik. Az iparágak sorában terjedelménél és jelentőségénél fogva egyaránt vezetőszerepet a vasipar és a gépgyártás foglal el.

Bár a kémia tanítása szerint a vas is a fémek közé tartozik, szerte az egész világon tudományos egyesületek, irodalom és gyakorlat külön szokta tárgyalni a vasat és külön a nem vasfémeket az ipar számára.

Az a törekvés, hogy az ipar a természetadta anyagokat feldolgozás előtt már tulajdonságaiban javítsa és a célnak megfelelően módosítsa, talán legvilágosabban és leghatározottabban a vas feldolgozásánál volt tapasztalható. Kémiaiilag tiszta vasat az ipar nem használ. Egyrészt előállítására felette

drága volna, másrészt különleges, értékes és hasznos, az ipar szempontjából fontos tulajdonságokat éppen azért vesz fel a vas, hogy idegen anyagokat tartalmaz, azaz ötvözve van. A vasnemű anyagokban még egy, kettő, három vagy több alkotó lehet jelen, mégpedig a legkülönbözőbb százalékos mennyiségben.

A vasfajtákat két nagy csoportba osztjuk. A nagyobb mennyiség az öntött vas, amely a vasöntvények anyagát képezi. A másik nagy csoportot az acélok alkotják, melyek vagy szintén öntés útján dolgoztatnak fel s akkor a készítményt acélöntvénynek, illetőleg acélöntésnek és az anyagot öntött acélnek hívjuk, vagy lehetnek az acélok kovácsolt, sajtolt, hengerelt acélok, melyek közül régebben (1924 előtt) az egész lágy acélfajtákat kovácsvasnak nevezték. Ezen a nomenklaturán a német nagyipar kívánságára változtattak, mert a nagy nemzetközi versenykiírásokra a németek azelőtt „vasszerkezetekkel“ (Eisenkonstruktion), az angolok és a franciák „acélszerkezetekkel“ (steel construction, construction d'acier) pályáztak s a németek e miatt hátrányba kerültek, bár az általuk választott anyag éppúgy acél volt, mint az angolok és franciák anyaga. A magyar szabványok — amelyek sok tekintetben a németek után igazodnak — átvették ezt a nomenklaturát 1933-ban, mint az a M. O. Sz. 106. számú szabványlapon van feltüntetve.

Mindezeknek a vasfajtáknak tulajdonságai nagymértékben módosíthatók a kémiai összetétel mellett, a megmunkálás módjával és a hőkezeléssel. A hőkezelésnek nagy a jelentősége. Edzésnél a kellő hőfokra felhevített acél hirtelen lehűtve nagykeménységű lesz. Mérsékeltén újra felhevítve, amit megeresztésnek hívunk, keménységéből veszít ugyan az acél, de szívósabb lesz, nem törik oly könnyen. Megismételve az ehhez hasonló hőkezelési műveleteket, a laboratóriumban szerzett tapasztalatoknak megfelelőleg az acél tulajdonságaiban becsebb lesz, nagy szívósság mellett, nagy szilárdság, nagy keménység lesz tapasztalható az anyagon. Azt az eljárást,elynél ily módon az acél tulajdonságait megjavítjuk, nemesítésnek nevezzük. Az acél nemesítése valamely géprészen rendszeren a kovácsolás!, sajtolási műveletek után következik az előnagyt darabon s csak azután történik forgácsolással a munkadarabon a végleges kiképzés.

Sokat, nagyon sokat köszönhet a vasipar, vele együtt a gépipar a metallurgiai vizsgálatoknak. Míg a múlt század második felében megindult metallurgiai vizsgálatok főleg arra terjedtek ki, hogy a vasban előforduló idegen anyagoknak káros vagy előnyös hatásait állapítsák meg, s ehhez alkalmazkodjanak az acél finomítása és feldolgozása során, a századfordulótól kezdve



már újabb és újabb kedvező hatású alkotók szerepe képezte vizsgálat tárgyát. S ezeknek a vizsgálatoknak nyomán emelkedett azoknak a segédötvözeteknek jelentősége magasra, melyek mint ferroötvözetek kerültek forgalomba. Ezek bizonyos alkotókban gazdag, kohászati úton előállított ötvözetek, melyek az acél finomítása során adagolásra használatnak fel. Ilyenek a ferrokróm, a ferronikkel, a ferromolybden, a ferrotitan és a többi ötvözetek, amelyek az új alkotó százalékos mennyiségeinek megjelölésével kerülnek forgalomba s értékes cikkei a kereskedelemnek, ötvenszázalékos ferromangán pl. ötven százalék mangánt tartalmaz.

A legkülönbözőbb vasgyártmányok, készítmények és iparcikkek rövid és gyors áttekintésére legalkalmasabbnak találom azt a módszert, melynél a feldolgozás módját és azt a célt, amelyre használják, a gyártmányt együttesen vesszük figyelembe, annál is inkább, mert a feldolgozás módja mindig igazodik a célhoz, melyre a gyártmány szolgál.

A legolcsóbb előállítási mód az *öntés*, különösen, ha az alak nem egész egyszerű. Az öntvények lehetnek vasöntvények és acélöntvények. A vasöntvények széntartalma magas: kettő és négy százalék között ingadozik rendszeren s a szénen kívül a nyersvashoz képest, melynek felhasználásával készül, szilíciumot, mangánt, kén és foszfort tartalmaz. Gazdasági szempontból különösen kiemelendő az az előny, mely az ócska vasak felhasználásában rejlik. Az ipar mai képéhez tartozik annak kidomborítása, hogy az öntvények szilárdsága kicsi, hőkezeléssel s főleg ötvözéssel, nagymértékben lehet az öntvények tulajdonságait javítani. Egyéb iránt a vasöntvények lehetnek úgynevezett szürke vagy lágú vasöntvények, amelyeknek törésfelülete a kivált sok grafitól szürke. Minthogy a szilícium elősegíti a grafit kiválását, a szürke öntvények rendszeren szilícium-dúsak. A szürke vagy lágú vasöntvényekkel szemben megkülönböztetünk kemény öntvényeket, amelynek törésfelülete tükrös vagy fehér. Ezek lehetnek egész tömegükben kemények, ami a ritkább eset, de lehetnek úgynevezett kéregöntvények, ami gyakran fordul elő, így pl. vasúti kerekeknél, hengereknél.

A szürke vagy lágú öntvénynek előnye, hogy forgácsoló szerszámokkal jól munkálható meg, ezzel szemben a kéregöntés megmunkálásához különlegesen kemény szerszámok kellenek. (Widia, Titanit). Ezért vagy olyan kemény öntvényt készítünk, melyet már a kemény felületen megmunkálni nem kell, mint a kéregöntésű vasúti kerekeknél, vagy csak kivételesen végzünk megmunkálást mint pl. a daráló hengerszékek kéregöntésű hengereinél, ahol a darálóbarázdákat különleges kemény szerszámmal forgácsoljuk

ki. Nagy előnye különben a kemény öntvénynek, a kéregöntésnek, hogy kopással szemben kiválóan nagy az ellentállása.

Mind a lágy, mind a kemény vasöntvények tulajdonságai ötvözéssel fokozhatók fel. Nikkel, króm, titán, vanádium, molybdén jöhetnek szóba, melyek nemcsak a szilárdsági tulajdonságokat javítják, hanem fokozzák az ellentállást savakkal, alkáliakkal, hőhatással szemben. 'Bebizonyosodott, hogy hat százalék vörösréztartalom fokozza a rozsdásodással szemben az öntött vas ellenállását, mint az pl. a niresist nevű nemesített öntött vasnál tapasztalható. Ez a vörösrézen kívül még nikkelt és krómot tartalmaz számottevő mennyiségben.

Vasöntvények nyugodt terhelést, főleg nyomásra jól bírnak el. Szívóssá, kismértékben alakíthatóvá temperálással tehetjük az anyagot. Ilyenkor kihasználjuk az öntőművelet előnyeit, mégis nagyobb szilárdságú, szívósabb lesz az öntvény anyaga. Háromféle *temperöntvényt* különböztetünk meg. A fehéret vagy európai, a feketét vagy amerikai és a fekete belsejű, melyek egymástól a temperálás módjában különböznek.

*Acélöntvények* nyernek alkalmazást, amikor nagyobb szilárdságra, nagyobb nyúlásra és nagyobb szívósságra van szükség. Nagy előnye az acélöntvénynek, hogy az anyag már változó igénybevételeknek is jól áll ellent, továbbá, hogy hőkezeléssel javítható. Nagy a szerepe itt is az ötvöző anyagoknak, melyek különleges tulajdonságokkal ruházzák fel az anyagot, pl. fokozzák az ellentállást kopással szemben, vagy hőtállóságát emelik. Az acélöntvények alkalmazása kiterjedt géprészek, némely kazánalkatrész, vasúti kerekek vázának előállításában.

*Kovácsolással, sajtolással és hengereléssel* nagymennyiségű acélanyag kerül feldolgozásra. E műveleteknél nagy jelentőséggel bír a hőmérséklet helyes megválasztása. E területen a laboratóriumi kutatómunkának számottevő eredményei vannak. Fontos e műveleteknél, hogy az anyag egész keresztmetszetében jól dolgoztassák át. Helyesen választott hőmérséklet s az anyag tökéletes átgyúrása igen szép eredményekre vezetnek. Külön emelendő ki, hogy kovácsolással vagy sajtolással nemcsak kis darabok, hanem igen nagy, sokszor hatalmas darabok alakíttatnak, pl. gépek, mozdonyok, hajók számára. Hőkezelésnek, ötvözésnek itt is nagy a jelentősége. Kovácsolással egyes darabokat munkálnak meg, a sajtolás csak akkor gazdaságos, ha a költséges szerszámok, nevezetesen az alakverő és alakmás ára elég sok munkadarab között oszlik meg. A sajtolt darabok előnye, hogy a kovácsolással előállított darabokhoz képest tisztább, sokszor már további

megmunkálást nem is igénylő felületekkel bírnak s ahol mégis szükség van forgácsolással való megmunkálásra, lényegesen kisebb az elforgácsolandó ráhagyás.

A kovácsolt, sajtolt vagy hengerelt acélszerkezetek előállítására, mint pl. hidak, oszlopok, csarnokok, épületek, daruk, vasúti aljzatok, sínek stb. céljára, de felhasználhatnak számottevő mértékben gépek és géprészek előállítására, pl. kazánok, tengelyek, forgattyúk, vasúti kerékabroncsok készítésére.

Mindezektől a szerkezeti acéloktól elkülönítve, nagy jelentőségük van a *szerszámacéloknak*, amelyek lehetnek közönséges szerszámacélok (szénacélok, carbonacélok, ötvöztelen szerszámacélok) és lehetnek ötvözött szerszámacélok, mely utóbbiak a célnak megfelelő összetételben állítatnak elő.

Így előkelő helyet foglal el a szerszámacélok között a *gyorsacél*, mely magas króm-tartalom (4%) és még magasabb wolfram-tartalom (18%) mellett tartalmazhat jelentős mennyiségű kobaltot (<sup>^</sup> 15%) és vanádiumot (<sup>v</sup> 5%) s ennek megfelelően a gyorsacélokat, melyek mindegyike éltartó még izzó állapotban is, három csoportba osztjuk. A kobalt-tartalmú gyorsacélok a legnagyobb teljesítménnyel dolgozó gyorsacélok. A vanádium-tartalmú gyorsacélok nagyteljesítményűek, de második helyen állanak. A wolfram-acélok normális gyorsacéloknak tekintetnek, melyek a gyorsacélok csoportjában a harmadik helyet foglalják el. Az 1900-ban rendezett párizsi világiállításon került először bemutatásra a gyorsacél, 1937-ben nyerte el Krupp a „Grand Prix“-t Widia nevű gyorsacéljával, melynek neve onnan ered, hogy kemény, „wie Diamant“, azaz mint a gyémánt s így neveztetett el ez az acél Widia-nak. Ma már közel 40 különböző gyorsacél kerül forgalomba egyedül Németországban, mint pl. a Titanit, a Rheinit, a Miramant és a Böhlert, melyek mindegyike többféle kivitelben készül s ennek megfelelően a név mellett külön betűjelek vagy számok nyernek alkalmazást. Sokkal nagyobb a gyorsacélok fajtáinak száma az Északamerikai Egyesült Államokban, ami már szükségessé tette, hogy a Metals Handbook 1939 Edition című munkában „Tool Steel Trade Names“ című fejezetben 16 oldalon 59 cég gyártmánya kimutatásszerűen közöltessék a szerszámacélok összetételének megadásával.

A nyersolajkérdés mellett, mely számos nemzetközi bonyodalomnak volt előidézője, az ércek vonják magukra figyelmünket, melyek körül most a kobalt-tartalmú ércekre akarom a figyelmet terelni, mert a legnagyobb teljesítményű gyorsacélok előállítására kobaltot használnak.

Egyik-másik gyorsacél olyan drága, hogy grammja kerül annyiba, mint a közönséges szénacél kilogrammja. Így érthető, hogy nem készül az egész szerszámkészítés ebből a drága anyagból, csak egy darabkát forrasztanak az alkalmazandó kés hegyére. S ez az eljárás annál is indokoltabb, mert több esetben mint öntött anyag állítatják elő a gyorsacél s akkor előnyösebb egy szívós anyagú készítés végére helyezni el azt.

A sokféle célú szerszám-fajta közül kiemelem, mint nem forgácsoló szerszámot, a *hőtálló szerszámacélokat*, melyek izzó fémeknek sajtolására használatos alakverő és alakmás szerszámok készítésére alkalmasak. Ebbe a csoportba tartoznak a fröccsöntvények gyártására használatos fémformák anyagai is. Hőtálló szerszámacélok lehetnek wolfram, vagy nikkel, vagy króm-nikkel-molybdén, esetleg még vanadiumot is tartalmazó acélok.

*Fűrészlapok* előállítására a faipar számára megfelel a közönséges szerszámacél is, a fémipar számára előnyben részesülnek a wolfram és króm-tartalmú szerszámacélok.

*Különleges célokra szolgáló acélok* gazdag sorozatából néhányat akarok megemlíteni annak jellemzésére, hogy bizonyos anyagokkal ötvözve az acélt, milyen különleges tulajdonságokat tudunk kölcsönözni az acélnak, így *rozsdamentessé* válik az acél, ha 12%-nál több krómot tartalmaz. Még nikkel hozzáadásával fokozhatjuk az anyag szívósságát. S mert a rozsdamentes acélok egyúttal a savak hatásának is ellentánni képesek, ezek az acélananyagok a vegyi iparban kitűnően alkalmazhatók. Így például a textiliparban a festéshez savtartalmú fürdők esetében faedényeket kellett használni. Jobb a saválló acéllal bélelt edény, mert a fakádak faanyaga tele szívja magát a festékanyaggal s ez a festékváltoztatást nagyon megnehezíti. A háztartásban evőeszközök készítésére hálásabb anyag a rozsdamentes acél, mint az ezüst, mert a savanyú ételek, gyümölcs, citrom ezt az acélt nem támadja meg úgy, mint a közönséges acélt s nem is feketedik meg, mint az ezüst kénhatás következtében (tojás, gázrechaud égéstermeke). Ezeknek az evőeszközöknek tisztántartása (mosogatása) igen egyszerű, elmarad a csiszolóvászon használata. S mert ez az acél a szájban tartva, mint fogkorona, vagy hiányzó fogak helyét áthidaló betét nem mutat fémízt, úgy használható a fogászatban, mint a platina, miért is ez az anyag (wie Platin) a német iparban a Wipla elnevezést kapta.

Magasabb króm- (»«a 25%) és magasabb nikkel- (co 60%) tartalom esetén újabb kedvező tulajdonsága az acélnak, hogy az 1000 C° körüli hőmérsékletet is jól bírja, gyors reveképződés nélkül s ezért kemencék beléséül, izzító

kamrák készítésére (pl. edzéshez) a porcellániparban és az üvegearban használatos. De drótalakban platina helyett jól alkalmazható elektromos fűtőkészülékeken, mint főzőlapokon, teafőzőkészülékeken, sugárzó szoba-fűtőkályhákban és a többin.

Végül mint igen érdekes példát említem fel a *tartós mágnesek* készítésére alkalmas acélötvözeteket, melyeknek egyik csoportja króm, vagy króm és wolfram ötvözet, nagyobb csoportja azonban számottevő mennyiségben (co 34%) kobaltot tartalmaz. Ezek az acélok a legkülönbözőbb alakban és sokféle célra alkalmas tartós mágnesek készítésére szolgálnak, így pl. hangszórók, gyújtóberendezések, számlálók stb. számára.

## A FÉMIPAR.

A nemvasfémek között első helyen állt ipari jelentőségében, sokoldalú használhatóságában a vörösréz mindaddig, amíg az alumínium előállítási költségei aránylag magasak voltak. Az utolsó két évtizedben fokozatosan előretörve a hegemoniát a nemvasfémek sorában az alumínium vívta ki magának. Érthető következménye ez annak, hogy az alumínium sok kedvező tulajdonsággal rendelkezik feldolgozás, használhatóság és gazdaságosság szempontjából.

Az *alumínium* előállítására a bauxit nevű anyagot használják, mely 55—65% timföldet ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), —24% vasoxidot ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 12—30% vizet és —4% kovasavat tartalmaz. Ebből először tiszta timföldet állítanak elő, majd a timföldhöz annyi kryolithot (natrium-alumínium-fluorid) adván, hogy a keverék 900—950 C° hőmérsékleten olvadó folyós anyagot eredményezzen, mely elektrolyzissal útján szétbontva adja az ú. n. tiszta alumíniumot. Mint-hogy az így előállított alumínium összetételében kissé ingadozik, az elektrolyzissal nyert egyes alumíniumadagokat nagyobb olvasztókemencékben egybeöntve megömlesztik, hogy nagyobb mennyiségű, azonos tisztaságú, azonos összetételű anyag álljon rendelkezésre. Egy tonna alumínium előállításához két tonna timföld és ehhez 4 tonna bauxit szükséges, úgyhogy átlag négy tonna bauxitból tudunk egy tonna alumíniumot termelni. A kereskedelemben tiszta alumínium név alatt háromféle minőség fordul elő, melyek rendre A1 99'5 — AJ 99 — A1 98/99 jelzéssel bírnak, a szerint, hogy a tisztátalanság maximum 0'5 vagy 1, vagy végül 1—2% lehet.

Az alumínium kedvező tulajdonságai, hogy a légköri viszonyoknak jól áll ellent, felülete oxidréteggel vonódik be, mely a további oxidációtól meg-

óvja az anyagot. Továbbá előnye az alumíniumnak, hogy kicsi a fajsúlya, azaz csak 2.7, a vasfajták 7.85 és a vörösréz 8.9 fajsúlyával szemben. Kedvezőek a szilárdsági tulajdonságai, jó hővezető, jó elektromosvezető, önthető és hengerelhető, végül számos ötvözet előállítására alkalmas. Érthető, hogy ennyi kedvező tulajdonságánál fogva az alumínium széles körben kerül felhasználásra s ezért iparban, kereskedelemben nagyon keresett fém.

Kis fajsúlya azért bír jelentőséggel, mert repülőgépek, autók, vasúti kocsik építésénél alkalmazása által a holt súlyt nagymértékben lehet csökkenteni. S ott, ahol kell, egyes tulajdonságait, mint pl. a szilárdság, vagy ellenállását maródásokkal (korrózió) szemben, még megfelelő ötvözőanyagokkal fokozni is lehet. Így többek között még a repülőgépeken és autókban alkalmazott motorok dugattyúi is készíthetők megfelelő alumínium-ötvözetekből, pedig ezek nemcsak szilárdsági igénybevételek alatt állanak, hanem a robbanó anyag égéstermékei is megtámadják a dugattyútestek anyagát.

Az alumínium-ötvözetek száma olyan nagy, hogy azokról e szűkreszabott helyen csak áttekintően lehet beszámolni. Az egyes ötvözeteket az előállító gyárak hangzatos nevekké látják el, mint pl. alneon, alufont, anticorodal, hiduminium, hydronalium, lantal, neonalium, pantal, rantal, silumin, y-ötvözet, aludur, aldrey, duralumin stb.

Mindezeket az ötvözeteket két nagy csoportba osztjuk a szerint, hogy hengereléssel, sajtolással, kovácsolással általában nyújtással dolgoztatnak-e fel, vagy pedig öntéssel. S az öntött alumínium-ötvözetek lehetnek ismét, amelyek homokformába és mások, amelyek fémformába öntetnek. Az utóbbiaknál érdemes megjegyezni, hogy a fröccsöntvények gyártására, amelyeknél a megolvasztott anyagot, mint folyadékot belevezetjük nyomás alatt a fémformába, különösen alkalmasak az alumínium-ötvözetek, mert az ömlesztési hőfokuk nem túl magas (600—700 C°) s nyomás alatt a formát jól töltvén ki, tömör, símafelületű s jóminőségű öntvényeket eredményeznek.

Az anyaggazdálkodás területén nagy jelentősége van az alumíniumnak és ötvözeinek. Helyettesíteni lehet vele nehezebben hozzáférhető anyagokat, mint pl. a vörösréz, vagy önt adott viszonyok között. Utóbbira példa, hogy ónhány esetén a sztaniollemezek csokoládé-, dohány-, sajt-készítmények csomagolásánál alumínium fóliákkal helyettesíthetők.

Egy másik példa a tűzálló drótok esete, melyek villamosfűtőtestek készítésére használnak. Nagy haladást jelentett már annak felismerése, hogy platinadrót helyett elektromos fűtőtestek spiráljai számára a 80% Ni

és 20% Cr vagy a 60% Ni és 18.5% Cr és 21.5% Fe ötvözetet használható. De a közelmúltban, az utolsó évtizedben egyes országok kénytelenek voltak a nikkellel takarékoskodni. A nikkellel inkább a honvédelemnek volt szüksége nikkellacélok számára. Keresni kellett olyan ötvözetet, mely nikkellel nélkül ad alkalmas anyagot villamosfűtőtestek spiráljai számára. A kutatómunka eredménnyel járt. A 20—30% krómot, 75—85% vasat és 5% alumíniumot tartalmazó acél-drótok egész 1300 C°-ig használhatók fűtőtestekben az elégségs veszélye nélkül, tartós izzás mellett. Ez a példa alkalmas annak bizonyítására, hogy az alumíniummal helyettesíthető a nikkellel.

A *magnézium* az a másik fém, mely kis fajsúlya miatt nagyobb jelentőségre tett szert. Tiszta állapotban 1.74 a fajsúlya, de mert főleg ötvözetek alakjában nyer alkalmazást, ami által némileg nő a fajsúly, általában 1.8 fajsúlyal szoktak számolni. Ez a fajsúly pedig csak kétharmada az alumínium faj súlyának. Alumíniummal, horgannyal, mangánnal és szilíciummal ötvözve adja az *elektronfém*et, mely az imént említett kis fajsúlya miatt főleg repülőgépek és közlekedési eszközök építésénél nyer mint szerkezeti anyag alkalmazást. Az elektronfémek két főcsoportba oszlanak feldolgozásuk módja szerint. Vannak önthető elektronfémek és sajtolással, lassú hengerezéssel nyújthatók. Az önthető elektronfémek formái lehetnek homokból vagy fémből való. Minthogy a fröccsöntvények formái fémből készülnek s mivel az elektronfémek ömlesztési hőfoka 600 C° körül van, igen alkalmas az elektronfém fröccsöntvények előállítására. Hőkezeléssel szilárdsági tulajdonságai javíthatók, nemcsak keménysége nő, hanem nyúlása is, az edzés és megeresztés következtében.

Addig, amíg az elektronfémek a magnéziumnak olyan ötvözetek, melyekben 90—99% magnézium foglaltatik, vannak még olyan ötvözetek, amelyekben a magnézium csak néhány százalék erejéig van jelen, még egyéb alkotók mellett, s amelyekben túlnyomórészt alumínium képezi a főalkotót. Az úgynevezett magnalium pedig 20—55% magnéziumból és 80—45% alumíniumból áll, s főleg optikai műszerek és fémtükrök előállítására szolgál.

Kis mennyiségben adagolva alumíniumot vörösréz ötvözetekhez, lehetővé teszi, hogy hőkezeléssel, az edzéshez hasonlóan, keménységnövekedést, egyúttal nyulásnövekedést érjünk el. Szinte olyan a magnézium szerepe a fémötvözetekben, mint a széné a vasban.

Alacsony fajsúlyal bíró fém még, melyet a fémipar felkarol a beryllium, melynek fajsúlya 1.85, tehát alig nagyobb valamivel, mint a magnéziumé. Ellentétben az alumíniummal és a magnéziummal azonban a beryllium csak

1—2%-os mennyiségben adagolva, ötvözetek előállítására használtatik. Fémek, melyek főleg berylliumból állanak, mert drágák és ridegek, az iparban alkalmazásra nem kerülnek. Annál becsesebbek azonban ötvözetei, melyek vörösréz, nikkell vagy kobalt és vas ötvözetei gyanánt állítatnak elő, mert ezek edzéssel magas szilárdságúvá válnak és nagy a keménységük.

A vörösréz-beryllium ötvözetből nem rozsdásodó spirálrugókat, kopással szemben jól ellentálló rúgólapokat, óraalkatrészeket s olyan szerszámokat készítenek, melyek nem mágnesezhetők s így használatuk közben szikraképződés nem állhat elő.

A nikkell-beryllium és a nikkell-króm-beryllium ötvözetek ott nyernek alkalmazást, hol a nagy szilárdság és a nagy keménység mellett fontos, hogy az anyag saválló és maródásálló legyen. Orvosi műszerek, injekciós csövecskék készülnek belőlük.

A contracid-beryllium, 61% nikkell, 15% króm, 15% vas, 2% mangán és 7% molybdén tartalommal, mint nem mágnesezhető, saválló és maródásmentes anyag, órárugók és mérőeszközök készítésére alkalmas.

Jellemző a beryllium-ötvözetekre, hogy szilárdságuk eléri, sőt túlhaladja az acélét, amellett hogy szép nyúlással bírnak ugyanakkor. így pl. a nikkell-beryllium-ötvözet 1,7% berylliummal edzett és megeresztett állapotban 150 kg/mm<sup>2</sup> folyási határral 182,5 kg/mm<sup>2</sup> szakító szilárdsággal és 7%-os nyúlással bír hosszú próbapálcán mérve.

A vörösréz régen ismert, sok kiváló tulajdonsággal bíró fém, mely mind tiszta állapotban, mind pedig ötvözeteiben kiterjedt mértékben használatos. Jelentőségében nem csökkent és alkalmazása az újabb kutatások eredményeképpen még inkább fokozódik, mintsem hogy visszafejlődnék, csak egy területen nem veheti fel a versenyt az alumíniummal s ez, ahol a faj súlynak döntő szerepe van, mert a vörösréz fajsúlya 8,9, szemben az alumínium 2,7 fajsúlyával.

A vörösréz jól áll ellent a légköri viszonyoknak, kedvezőek a szilárdsági tulajdonságai, kitűnő elektromos vezető, jó hővezető, lánggal, égéstermékekkel érintkezve ezeknek jól áll ellent, öntéssel, nyújtással, forgácsolással jól munkálható meg, ötvözetei jól ismertek, nevezetesen a különféle sárgarezek és bronzok, valamint számos ötvözet ismeretes, melyekben a vörösréz kis mennyiségben van jelen s ezáltal fejti ki kedvező hatását.

Érdekes, hogy a vörösrézdús ócska anyagok összegyűjtetvén, nem fizetődik ki az egyes kis darabkák analitikai vizsgálata annak megállapítása



végett, hogy a vörösréz milyen alkotókkal s minő arányban van ötvözve, hanem összeolvasztják a különféle vörösrézűs darabokat s csak azután állapítják meg az így nyert nagyobb tömbök összetételét. Az ilyen ócska-fémek összeolvasztásából nyert anyagot külön névvel látták el: *vörösfémnek* nevezik. Ezek kategóriákba vannak osztva s csak szükség esetén módosítják az összetételt egy második átolvasztás alkalmával.

Az *ón, ólom, antimon és bizmut* jól ismert fémek, amelyek kiterjedt mértékben nyernek alkalmazást a gépészetben s amíg az ón és az ólom tiszta állapotban és ötvözetekben egyaránt jól használhatók fel, az antimon és a bizmut csak ötvözetekben fordulnak elő. A fémek e csoportjában jól ismertek a forrasztó-ónok, a csapágyfémbevételek, a sztaniolemezecsek és ónfóliák, mint óndús ötvözetek, az ólomcsövek (vízvezetékek utolsó szakaszában), a betűfémek, a serétek (vadászati célokra) lemezek és drótok, mint ólomdús ötvözetek, valamint az ónbevonat vasbádagon, mint fehérlemez és az ólombevonat vaslemezen, vegyszeti készülékek számára. A bizmutnak alkalmazása közismert a gyógyászatban s éppúgy, mint az antimon a gépészetben, ötvözetek előállítására szolgál.

Külön kell megemlékezni a könnyen olvadó ötvözetekről, melyek körülbelül 50% mennyiségben bizmutot, 25% ólomot, 12,5% ónt s ugyanannyi kadmiumot tartalmaznak. A pontosan ilyen összetételű fémet Woodfémnek nevezik és ez az ötvözet 60 C° hőmérsékleten ömlik meg. Az összetétel változtatásával a víz forrása alatt szinte fokról-fokra változó ömlesztési hőfokkal bíró ötvözeteket lehet előállítani. Ezek némelyike higanyt is tartalmaz. Az alacsony olvasztási hőfokkal bíró ötvözetek ömlesztési hőfok határai az említett 60 C°-tól 183 C°-ig terjednek, mely utóbbi az ón-ólm másodfokú oldatának felel meg.

Az alacsony ömlesztési hőfokkal bíró ötvözetek egyik jellegzetes alkalmazását az önműködő tűzoltóberendezéseknél (sprinkler — öntöző, angol eredetű szó) találjuk, amelyeknél a műhely, gyári-terem mennyezetén csőhálózat van elhelyezve úgy, hogy körülbelül minden 1,5 m távolságban egy-egy öntöző-szelep van elhelyezve. E szelepek könnyen olvadó fémmel vannak elzárva. Ha tűz esetén lángok csapnak fel, a fém kiolvad, pár pillanatig előbb levegő tódul ki, de utána rögtön bőséges vízszugárerővel öntözi a kigyulladt helyet. Egyúttal automatikusan megszólalnak a vészcsengők s kellő pillanatban megindulnak a szivattyúk, hogy a víztartályban a fogyó vizet pótolják. A berendezés drága, de rövidesen kifizetődik azért, hogy kedvezőek a tűzbiztosítási díjak ilyen felszerelés esetén. Malmokban, textil

ipari műhelyekben, faáruházyarakban s általában ott alkalmazják, hol elég nagy a tűzeset veszélye.

A *horgany és horgany-ötvözetek* sokkal ismertebbek, mintsem hogy bővebben kellene szólni róluk. Annyit azonban ki kell emelnem, hogy az úgynevezett fröccsöntvények gyártására elsősorban a horgany-ötvözetek szolgálnak. Ezekről élesen meg kell különböztetnünk a sajtoltt öntvényeket, melyek gyártására ugyancsak alkalmasak a horgany-ötvözetek. Ezek oly módon készülnek, hogy az öntvényeket, az öntött darabokat újra felhevítik 300 C°-ra s alakverő és alakmás közé illesztve sajtolják, minek folytán tömörebb, nagyobb szilárdságú, simább felületű s pontosabb méretű munkadarabokat kaphatunk.

A *nikkel, kobalt és króm* fémcsoport minden tagjával találkoztunk már az előzőkben, mert ezeknek az acélok ötvözeteiben igen nagy a jelentőségük. Egyedül a nikkelle volna tisztán önmagában is használható az iparban, mert önthető, nyújtható, kitűnően áll ellent a légköri viszonyoknak, izzó állapotban egész 800°-ig jól áll ellent a hőhatásnak, azaz nem oxidálódik, nincs revéképződés, mindazonáltal inkább csak ötvözetekben nyer alkalmazást, mert ötvözéssel említett jó tulajdonságai még fokozhatók. A nikkelle sói, nevezetesen a nikkelle-szulfát, a nikkelle-ammónium-szulfát és a nikkelle-klorid oldatai a galvanikus úton való nikkelezésnél bírnak nagy jelentőséggel.

Végül a *wolfram, molybdén és tantal* fémcsoportról akarok még megemlékezni. E fémek mindegyikéről volt már szó az acélötvözetek során. Közös tulajdonságuk, hogy csak igen magas hőfokon ömlenek meg. A wolfram ömlesztési hőfoka 3370 C°, a tantálé 3027 C° és a molybdéné 2600 C°. Ezzel a tulajdonsággal több értékes felhasználási mód jár együtt. A már említett gyorsacélkészítés mellett pl. a wolfram a fémszálas izzólámpák gyártásában jutott igen nagy jelentőséghez. A legvékonyabb fémszál villanykörteben 14 mikron átmérőjű, különben e szál vastagsága a fényerősséghez és a villanyáram feszültségéhez igazodik. A vákuum körteben a fémszál 2100 C° hőmérsékleten izzik, a rövidebb élettartamú, különösen erősfényű vetítőlámpákban az izzószál hőmérséklete eléri a 2800 C°-t.

Az *Annuaire Statistique de la Société des Nations* 1939/40. évi kötetéből kiírtam azokat az adatokat, amelyek az imént tárgyalt *fémek évi világtermelését* tüntetik fel az utolsó tíz évben. Ezeket az adatokat kimutatásba foglalva a csatolt táblázatban tüntettem fel.

Felette fontosnak tartom megemlíteni, hogy ezek a világtermelési adatok az előállított *új fémek* mennyiségeit tüntetik fel, ezekben az adatokban

az *ócskafémek* újra feldolgozott mennyisége nem foglaltatik, mert alig van állam, mely ezeket az adatokat is felvennie a statisztikai kimutatásokba. Ilyen államok már régebb idő óta az Északamerikai Egyesült Államok és Svédország, újabban Olaszország. Az említett statisztikai évkönyvben fel van tüntetve ezeknél az országoknál az is, hogy ócskafémek újra feldolgozásából minő mennyiségek származnak. Ezek a mennyiségek az évi világtermelésbe nincsenek beleszámítva. Pedig számottevő mennyiségek kerülnek forgalomba az ócskafémek újra való feldolgozása által. Ezek a mennyiségek országok szerint tág határok között mozognak s nem ritka az az eset, a midőn az újra feldolgozott ócskafémek mennyisége meghaladja az új fémekét. Természetesen van rá eset, hogy az ócskafémek újra feldolgozott mennyisége csak 25—50—75%-át teszi ki az új anyagnak. Ez országok és fémek szerint változik.

A krómércek át vannak számítva krómoxidra, a wolframércek wolframtrioxidra. A táblázatban feltüntetett mennyiségek egységei a megjegyzés rovatban vannak megadva.

| Megnevezés                          | 1930.  | 1931.  | 1932.  | 1933.  | 1934.  | 1935.  | 1936.  | 1937.  | 1938.  | 1939. | Megjegyzés   |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|
| Vöröseréz . .                       | 1.586  | 1.385  | 933    | 1.039  | 1.312  | 1.527  | 1.720  | 2.340  | 2.030  | 2.200 | 1000 tonna   |
| Ólom . . . . .                      | 1.701  | 1.418  | 1.175  | 1.165  | 1.324  | 1.391  | 1.478  | 1.670  | 1.664  | —     | 1000 ..      |
| Horgany . .                         | 1.394  | 995    | 781    | 987    | 1.177  | 1.338  | 1.467  | 1.623  | 1.550  | 1.620 | 1000 ..      |
| Ón . . . . .                        | 177    | 155    | 105    | 97     | 119    | 142    | 181    | 199    | 166    | —     | 1000 ..      |
| Alumínium                           | 265    | 217    | 153    | 142    | 170    | 260    | 357    | 486    | 580    | 650   | 1000 ..      |
| Nikkel . . .                        | 58     | 40     | 22     | 46     | 72     | 77     | 89     | 114    | 110    | —     | 1000 ..      |
| Krom Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 271    | 191    | 143    | 186    | 273    | 359    | 466    | 583    | 520    | —     | 1000 .., ére |
| Wolfram                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |              |
| WO <sub>3</sub> . . . .             | 8.392  | 7.468  | 4.045  | 6.840  | 10.409 | 12.924 | 14.666 | 22.315 | 21.327 | —     | tonna éro    |
| Kadmium                             | 2.062  | 1.323  | 1.041  | 1.904  | 2.357  | 3.055  | 3.651  | 4.110  | 3.900  | —     | tonna        |
| Antimon .                           | 23.653 | 27.990 | 19.255 | 20.556 | 23.593 | 33.015 | 38.231 | 41.572 | 36.500 | —     | „            |
| Vanádium .                          | —      | —      | 874    | 57     | —      | —      | 978    | 1.947  | 2.677  | 3.100 | „            |
| Molybdén .                          | 1.835  | 1.544  | 1.292  | 3.041  | 5.001  | 6.481  | 8.917  | 14.620 | 16.350 | —     | „            |

### A FAIPAR.

A fa, mint anyag az emberiség történetében kezdettől fogva mindig nagy szerepet játszott. A védelem és támadás eszközei (dorong, nyíl, nyílvessző) lakóházai (faházak, cölöpépítmények) szerszámai, járóművei (szekerek), majd lakásberendezései, bútora, edényei, csónakjai és hajói az új-

korban a vasúti kocsik szekrényei, repülőgépek vázai stb., stb. fából készültek. Jelentőségében nagy múltja mellett is inkább nő a fa, mint nyersanyag, mintsem hogy anyaggazdálkodási szempontból elhalványulna a fontossága. Az iparosoknak hosszú sora dolgozza fel a fát, mint nyersanyagot. Ács, hajóács, csónakkészítő, épületasztalos, bútorasztalos, székkészítő, bogvár, hordókészítő, faszobrász, parkettakészítő stb., mind a feldolgozásával keresi meg kenyerét.

Már-már azt lehetne mondani, hogy oly ismertek mindazok az iparágak, amelyek nyersanyagául a fa szolgál, hogy mit sem kell megemlíteni a világ mai képében a faiparról. Pedig vannak igen jellemző vonások, melyek a faiparról ma is feljegyzendők.

Így szép és nagy fejlődést mutat az utóbbi évtizedekben az egész vékony falemezeknek az ú. n. furnéroknak a gyártása és felhasználása. Régebben a legalább 4 mm vastag furnérokat fűrészeléssel állították elő, mely eljárással kitűnő minőségű, vékony falemezek készülnek, de nagy a fűrészporalokban jelentkező anyagvesztés. Ezeknek a vékony deszkáknak (lombfűrész-deszkáknak) azért kiváló a minősége, mert síkalakban készülnek, készítés közben nem hajlanak el, nem kapnak hosszanti repedéseket.

Gazdaságosabb és sok előnnyel jár a furnérgyártásnak az a módja, melynél hosszú, éles acélkéssel vagy gyalulás módjára, vagy forgó törzsről hámozás módjára szelik le a vékony lapokat. Ezeknél a módszereknél előbb gőzölni kell a fát, hogy hajlékonyabb legyen gőzölt, nedves állapotban. Ugyanis a leválasztott vékony falemez gyalulásnál éppen úgy, mint hántolásnál meghajtani kénytelen, mikor is a domború oldalon hosszanti berepedések keletkeznek. Ezek a repedések bezárulnak ugyan, amikor a lapok sík alakban kifekszenek, úgyhogy a repedések nem is látszanak, de a hiba már benne rejlik az anyagban. Nagy mértékben ellensúlyozható ez a baj azáltal, hogy e vékony falemezek több rétegben összeragasztatnak, az egyes lemezek szálirányát merőlegesen állítván a szomszédosakéhoz képest. Az ily módon előállított úgynevezett *ragasztott falemezek* nagyobb és egyenletesebb szilárdságúak, mint az ugyanolyan vastag egyszerű deszkalapok, védve vannak a vetemedés ellen s nagy anyagmegtakarítással járnak. Az egyik anyagmegtakarítás származik abból, hogy előállításuknál nincs fűrészporvesztés, a másik anyagmegtakarítás ott áll elő, hogy a felhasználásukkal készült bútorok, ajtók, burkolatok könnyű, vékony s mégis nem vetemedő, nagy szilárdságú falemezekből kevesebb faanyaggal állíthatók elő. A szekrények ajtóí, oldalfalai csupán fenyőfából készült keretek, melyekre ragasz-

tott falemez-táblák vannak ragasztva. Az ilyen készítmények nagy szilárdságúak, repedésektől mentesek maradnak, nincs vetemedés, könnyűek, árban versenyképesek.

Nagy előnye a ragasztott falemeznek, hogy vékony, 3—5—7—9 rétegben ragasztva alig pár milliméter a vastagsága. Ez pedig azért bír jelentőséggel, mert ezáltal jól hajlítható. Repülőgépek szárnyainak borítására jól használható. Hengeralakú tartályokat, dobozokat, textilipari kannákat könnyen és jól lehet belőle készíteni.

Érdekes, hogy a vékony falemezeket hogyan használják fel könnyű és mégis nagyszilárdságú hasashordóknak előállítására. Előbb már megemlékeztem a hengeralakú tartályokról, melyek ragasztott falemezből készülnek. A hengeres tartályokkal szemben a hasashordóknak az a nagy előnye, hogy nemcsak jól guríthatók, hanem fekvőhelyzetben is könnyen fordíthatók, mert kis helyen fekszenek fel. Tíz centiméter széles, de csak két-három milliméter vastag falemezeket hordóforma oldalára ferdén illesztenek egymás mellé, a széleknek szoros illeszkedésével. Az első réteg vízálló, baktériummentes műgyanta-ragasztószerral van bevonva. Ellenkező irányban ferdén rakják fel a második réteget. Minthogy a formamag egy belső vashengerből és egy külső gumihengerből áll, a közbenyomott magasnyomású, 125 atm.-jú vízzel duzzasztjuk a gumihengert, mely a nyomást átadja a fahengernek s azt a 100 C° melegen tartott külső vasköpenyhez szorítja. A meleg hatására a ragasztószert leköti, összeragasztja a rétegeket. A fenéklapok is vékony falemezekből ragasztva és sajtolva állítatnak elő és a hordó két végébe besajtolatnak, úgy, hogy itt hornyot készíteni a fenéklapok számára a köpeny széle közelében nem kell. Ez azért előny, mert a hornyok különben nagyon gyengíti a köpeny szélét.

A fa nemcsak a mechanikai iparok fontos nyersanyaga, hanem nagy szerepet játszik sok egyéb iparban is. *Papiros* túlnyomóan fából állítatik elő. Ha kémiai tartós papírost akarunk előállítani, akkor az aprított faanyagot oldószerekkel megtisztítjuk lignintartalmától, de ha csak újságpapírost, csomagolópapírost kell készíteni, úgy azt faköszöriületből készítjük, anélkül, hogy lignintartalmától megfosztanék. A tisztított faanyagból, a ligninjétől megtisztított cellulózéból készül a *műselyem*, mely finom szálaival nemcsak selyem helyett használható igen jól, hanem vastagabb kivitelben, de darabolva alkalmas arra is, hogy pamuttal vagy gyapjúval keverve használtassák fel. Ilyen fonalak azonfelül, hogy szövetek készítésére alkalmasak, felhasználhatók paszományárúk, csipkék, tüll, gazé, sálók, nyakkendők, gal-

lérvédők, harisnyák, alsóruhák és kesztyűk előállítására. Cérnázott műselyemfonalak alkalmasak puszkaporzacskók készítésére. Műhaj, paróka, hajfonat, elektromos vezetékek szigetelő bevonata, lószőrutánzat, párnátöltelék, izzóharisnyák készítésénél, mint finom szálanyag, kefégyártásban, mint vastagabb szálanyag, két-három milliméter széles szalag alakjában, mint műszalma nyér alkalmazást. A műselyem nyersanyaga szolgál a filmek gyártására, egész vékony kivitelben cellophan elnevezés alatt csomagolásra használható fel. Szinte fel sem sorolható az a sok használati cikk, melyek a fa anyagából származó cellulóznak további feldolgozásával állíthatók elő. A teljesség kedvéért meg kell jegyezni, hogy cellulózé nemcsak fából, hanem még számos egyéb növényből, szalmából, kukoricakóróból is előállítható, csak túlnyomórészt a fa szolgáltatja azt.

A fa honvédelmi jelentősége nemcsak abban rejlik, hogy számos eszköz készül belőle a honvédelem számára, pl. puskaagy, szekerek stb., hanem abban is, hogy cellulózéjéből nitrocellulóze, puszkapor készül. Puszkatusok készítésére különösen a diófa alkalmas s így hazafias kötelességet teljesítünk, amikor diófát ültetünk el mindenütt, ahol a talaj és éghajlat kedvez ennek a különben is értékes gyümölcsfának.

*Lignostone* a neve a görcsmentes bükkfadarabnak, ha az 300—330 kg/cm<sup>2</sup> nyomással gőzzel melegített formában összesajtolatik. Tömörségénél, fokozott keménységénél fogva különleges célokra szolgál, így pl. fogaskerekek fafogainak, csapágycsészéknek előállítására használják. Hasonló célokra szolgál a *lignofol*, mely bükkfafurnirnak műgyantával való rétegzésével állítatik elő nagy nyomás alatt.

Fokozni lehet még a fa alkalmazhatóságát bizonyos célokra a fa itatása által. Olajjal itatva pl. csapágyak készítésére tesszük alkalmassá a fát. Alacsony hőfokon olvadó *fémmeel itatva a fát*, nagyobb fajsúlyú keményebb anyagot kapunk, mely gyalulással, esztergályozással, fűrással jól munkálható meg. Bizonyos esetekben csapágyak készítésére használják.

*Pótanyagul* szolgál a fából készített papiros, keskeny sávokban megsodorva, mint papírspárga, cérnázva, mint kéveköttő zsinog, szövetté dolgozva fel, mint zsákanyag a mezőgazdaság, vagy szalmazsák alakjában a katonaság számára.

A fa zárt térben, retortában hevítve (a hevítés 160 C°-on felül egész 700 C°-ig fokozva) nagy változáson megy keresztül. *A fának a száraz destillációja* során a kémiai iparban jól értékesíthető bomlástermékek keletkez-

nek, mint amilyenek az ecetsav, hangyasav, methylalkohol, aceton, könnyű és nehéz kátrányok s végül visszamarad a faszén. Ezt a faszénet retortafaszénnek nevezik, szemben az erdei faszénnel, vagy más néven boksafaszénnel. A retortafaszén értékesebb, mert tisztább; kicsi a hamútartalma, tökéletesen égethető el, nagy a melegfejtőképessége (6500—7500 kcal/kg) s ezért különleges célokra, mint pl. nemesacélok előállításánál keresett s jól felhasználható fűtőanyag (svéd acél).

A fa még sok egyéb vonatkozásban is jól értékesíthető anyag, de ezek a lehetőségek annyira közismertek, hogy elég csak megemlíteni őket. Sok fának kérge, de sokszor faanyaga is a bőrgyártásban jól értékesíthető cserzőanyagot tartalmaz. Vannak fák, melyek kivonható festőanyagot szolgáltatnak, nem is szólva arról, hogy vannak fák, melyek gyantát, terpentint, kaucsukot tesznek nyerhetővé, de ezeknek természetése már más körbe tartozik.

Annyi bizonyos, hogy a fának, mint nyersanyagnak, feltűnő nagy az ipari és gazdasági jelentősége s így érthető, hogy kétszer is meg kell jól gondolni, szabad-e azt könnyelműen eltüzelni, *fűtőanyag*nak felhasználni akkor, amikor az sokkal jobban is értékesíthető. De ilyen módon az is érthető, hogy a *hulladék faanyag* külön méltatandó figyelemre s még ennek gazdaságos felhasználását is keresnünk kell. Kétféle hulladékanyagot különböztetünk meg. Az első csoportba tartozik a feldolgozásnál keletkező hulladék; ide tartozik az erdei hulladék és az ipari hulladék, mint az ipari feldolgozásnál fűrészpor, forgács vagy kiszabási hulladék alakjában jelentkező anyag, valamint a hibásnak mutatkozó munkadarabok. A második csoportba tartoznak a hosszabb-rövidebb ideig használatban volt faalkatrészek, amelyek mint előregedett, vagy átalakítás folytán kicserélendő darabok pótolandók új faalkatrészekkel. Ide tartoznak az öreg vasúti talpfák, az öreg távirda és távbeszélő oszlopok, öreg építkezési anyagok, fából készült eszközök stb. Számos szabadalom és kidolgozott eljárás szolgál útmutatóul, hogy mindezekkel a fahulladékokkal hogyan lehet jól gazdálkodni. Magától értetődik, hogy az ipari hulladékok mennyiségének a csökkentésére kell törekedni kiszabásnál, feldolgozásnál. Szép példa erre a fűrészelt furnér helyett a gyalulással, vagy hántolással előállított furnér esete. Azután vizsgálni kell, hogy az egyes hulladékanyagok nem alkalmasak-e faszén gyártására lepárlással, cellulózgyártásra, papírgyártásra, műrost előállítására, festék, éterikus olajok, cserzőanyag, gyanta, gyantaanyag kivonatolására, fűrészpor- vagy forgácsalakban kötőanyaggal keverve műlapok előállítására s csak azután határozzuk el magunkat arra, hogy elégetjük a hulladék-

kot, ha bebizonyosodott, hogy okosabbat tenni nem lehet. Az egész kérdés, természetesen a nagyüzemeket érinti elsősorban.

## A SZERSZÁMGÉPEK.

Sikert az iparban csak jó szerszámmá/ lehet elérni. A kézműves jó munkát végezni, gazdaságosan termelni csak jó szerszámmal tud. A közép- és a nagyiparban a szerszámgép tölti be azt a szerepet, amelyet a kézműiparban a kéziszerszám visz. A szerszámgépeknél beszélhetünk külön a szerszámról s külön a gépről, melyben a szerszám alkalmazásra kerül. A vas- és fémiparban külön kell szemügyre venni a gyalupad gépezetét s külön a gyalukést, külön az esztergapadot, külön az esztergakést, külön a fűrőgépet, külön magát a fűrőt, mint szerszámot és így tovább.

Ami a szerszámgépekben alkalmazott szerszámok anyagát illeti, e helyütt csak hivatkoznom kell a vas- és fémiparban elmondottakra. Tudjuk, hogy van közönséges szénacél, mely lágyabb fémek, a fák, a csont s általában nem kemény anyagok megmunkálására használtatik a forgácsolásnál, tudjuk, hogy vannak hőtálló acélok, amelyek sajtolásnál alakverő és alakmás készítésére alkalmasak tüzes, izzó állapotban levő munkadarabok idomításánál, tudjuk, hogy vannak gyorsforgácsoló acélok, amelyek akár izzásba is jöhetnek munka közben, élüket azért jól megtartják.

A gépek, melyekben e szerszámokat alkalmazzuk, a gőzgép feltalálása óta hatalmas és szép fejlődésen mentek keresztül. E helyütt azonban nem a fejlődésről szabad írnom, hanem arról, hogy ma hogyan jellemezhetőek az anyagok feldolgozására szolgáló gépek, készülékek és berendezések.

A vas- és fémmű anyagok alakításának módjai az öntés, a hegesztés, a nyújtás — idetartozik a kovácsolás, a sajtolás, a hengerelés, az üregen való áthúzás vagy átsajtolás, a mángorlás, hajlítás és csavarás —, továbbá a szabályos darabolás és forgácsolás.

A fa alakításának módjai a gőzölt állapotban való hajlítás, mint a hajlított bútorgyártásnál, a darabolás, mely célra a fűrészelés, a vágás, metszés és a hasítás szolgál, továbbá a forgácsolás.

Egyéb anyagok feldolgozási módja alkalmazkodik az anyag természetéhez, tulajdonságaihoz. A papiros anyagát foszlatni és meríteni kell. A szálas anyagokat fonni és szőni. A bőrt cserezni, tömöríteni, esetleg festeni és zsírozni kell. És így tovább.



Sorravéve a nevezetesebb feldolgozási módokat a vas- és fémnemű anyagok öntésénél az öntendő anyagok minőségének javítása mellett — amiről már fentebb emlékeztem meg — a formák készítésében és az öntés módjában van felemlítésre méltó fejlődés. Formázógépek alkalmazásán kívül figyelemre méltó a formaanyagok légárammal való belövelése a formaszekrénybe. A fémformák kiterjesztése mindnagyobb mértékben tapasztalható a fémek öntésénél, mert ezáltal sokkal kevesebb a megmunkálandó felület. Nagy fejlődést mutat a fröccsöntvények gyártása különösen az alumínium-ötvözeteknél.

Korunk iparát erősen jellemzi a gazdaságosságra való törekvés. S mert nagy gazdasági előnyökkel jár a *hegesztés*, ennek mind szélesebb munkaterületen való alkalmazásával találkozunk. A kovácstűzből sziporkázó fehérizzóan kivett kovácsvasak összehegesztése, hibás vasöntvényeknek folyékony vassal való foltozása már évtizedek óta túlhaladott módszerek. A lánghegesztés mellett az elektromos hegesztés mindkét módja, nevezetesen az ívhegesztés és az ellenálláshegesztés egyaránt el vannak terjedve. Külön figyelmet érdemel a lánghegesztésnél és az ívhegesztésnél használt hegesztőpálcák anyaga és előkészítése a sikeres hegesztés érdekében. A hegesztés módjának sikeres kutatómunkája lehetővé tette, hogy ma már nemcsak acélananyagokat, de a legkülönbözőbb acélötvözeteket, a fémeket, mint vörösréz, alumíniumötvözetet is jól lehet hegeszteni. Szegecselés helyett hegesztés alkalmazása igen nagy megtakarítást tesz lehetővé anyagban és munkabérben. Vannak kötések, melyek szegecseléssel meg sem oldhatók, így a repülőgépek vázának készítéséhez használt csövek összeerősítése kevés anyaggal s jól végezhető el, még hozzá oly csomópontokban is, melyekbe több mint két cső fut össze. A hegesztés megnyugtató alkalmazása különösen azóta terjedt el, amióta a hegesztett darab feláldozása nélkül röntgenvizsgálattal győződhetünk meg a hegesztés jóságáról.

A *kovácsolás* igen elterjedt megmunkálási mód, főleg egyes darabok előállításánál. Itt a kovácsolandó darabok nagysága vonja magára leginkább figyelmünket. Hatalmas, nagy vállalatoknál, hajógyárakban nemcsak a 10—20 tonnás, de még annál is sokkal súlyosabb acéldarabok, mint hajtótengelyek, könyöktengelyek kidolgozása kovácsolás útján ma már nem ritka eset. Ha nagyobb példányszámban állítandó elő kovácsolt munkadarab, úgy az alakverő és alakmás költségei megoszolván számos munkadarab között, gazdaságosan alkalmazható a *sajtolás* művelete. Külön előnyt jelent a sajtolásnál az, hogy vékonyabb-vastagabb lemezek izzó állapotban

egyetlen művelettel sajtolhatók a kihülés okozta hátrányok nélkül. További előny, hogy kevesebb a sajtoló darabon a megmunkálendő felület, s ott ahol a megmunkálásra mégis szükség van, kevesebb az ún. ráhagyás, szemben a kovácsolt darabbal.

Közismertek az üregeken való áthúzás esetei a drótygyártás, a rúd húzás és csőhúzás műveleteinél. E műveletekkel rokon az az eljárás, amelynél egy nagyszilárdságú, vízszintesen fekvő hengerbe illesztjük a megömlesztési hőfok közeli felhevített fémtömböt és hidraulikus nyomással dugattyút szorítunk e fémre, amiáltal a henger fenekén alkalmazott nyílások alakjához képest különböző profilú rudakat sajtolhatunk ki. Bronz, sárgaréz, alumíniumötvözetek, horganyötvözetek dolgozhatók így fel 4—6 m hosszú rudakká, melyeknek keresztmetszete igen változatos lehet.

A szabályos darabolásra használt eljárások a vágás, a harapás, (harapó- v. csípőfogóval) a metszés (acélmetsző tárcsa), a nyírás (ollók) és a fűrészelés. E műveletek mellett megemlékezésre méltó a *lángvágás* művelete, melyhez a lánghegesztőlámpához hasonló égőt használnak, csak a lángképzéshez szükséges gáz és oxigén keveréken kívül külön kis csövön bőséges oxigénhozzávetésről gondoskodnak, mely a megömlesztésig felhevített anyagot mindjárt el is égeti. Gazdaságos, kényelmes, gyors eljárás, miért is daraboláshoz, kiszabáshoz előnyösen használható.

Bár mindezekhez a műveletekhez megfelelő szerszámokra van szükség s gépek is alkalmaztatnak, a szó szűkebb értelmében *szerszámgépek* alatt főleg a forgácsoló gépeket értjük, mint amilyenek a gyalugépek, esztergapadok, fűrőgépek, marógépek és csiszológépek.

Ha egy modern gyárba lépünk, hol ilyen gépek vannak felállítva, az első, ami meglep bennünket, hogy nem látunk szíjakat, melyek a menyezetre, vagy oszlopokra erősített közlőmű- (transzmisszió) tengelyről viszik át a hajtóerőt a megmunkálógépekre. Ennek az a magyarázata, hogy ma már minden gépet, vagy legalább is azok kis csoportját külön elektromotorral hajtják. Sőt nagy szerszámgépeknél nem ritka az az eset, hogy egy megmunkálógépen több különálló elektromotor van s egy-egy gombnyomással csak azt hozzák működésbe, amelyre éppen szükség van.

A másik meglepetés, mely még a laikust is éri, hogy egy modern gyárban a szerszámgépeket női munkások szolgálják ki. Ennek mélyen járó oka abban rejlik, hogy a szerszámgépek céltudatosan olyan szerszámokkal és olyan készülékekkel vannak felszerelve, hogy a gépek csak figyelmet és szorgalmat kívánnak meg a munkásnőtől s szakértelmet csak annyit,

amennyi egy-két bemutatással sajátítható el. Az ilyen munkának előfeltétele, hogy egy-egy munkadarabnak elkészítése gondosan analizáltassék, a megmunkálás szakaszokra bontassék, minden munkaszakasz számára megfelelő szerszámmal és befogókészülékkel ellátott gép vételessék igénybe.

A harmadik meglepetés, amely ilyen gyárban érheti az embert, hogy működnek munkagépek, anélkül, hogy munkás, vagy munkásnő állana mellette. Ezek önműködő szerszámgépek, vagy *automaták*, melyekből 2—4 lehet egy-egy munkásra bízva. Van automata, mely mellett van ugyan munkás, de annak csak ritkán kell beavatkozni a gép működésébe, rendszeren csak akkor, ha kifogy a megmunkálandó anyag.

A gyártásnak ez a módja a tömeggyártás/ jellemzi, mely a drága, értékes gépek alkalmazása miatt csak akkor fizetődik ki, ha nagy példányszámban állíttatnak elő a munkadarabok. Sőt az is követelmény, hogy óráról-órára, napról-napra e drága gépek minél több munkadarabot produkáljanak, hogy a gépek amortizációja minél kisebb mértékben terhelje az egyes megmunkált darabokat. Ezért ahol lehet, gyorsforgácsoló acélt kell alkalmazni, hogy nagy forgácsolási sebességgel lehessen dolgozni. De ugyanazért, ahol a munkadarab megengedi és lehetővé teszi, egyszerre több késsel támadjuk meg (pl. ágyúlövedékek gyártásánál). Ezért nagy a jelentőségük a sokkésű automatáknak.

Az ilyen módon nagymennyiségben előállított munkadaraboknak alak és méret szerint igen pontosaknak kell lenniök. A pontosságnak nagy a jelentősége, mert egy puskának, egy pisztolynak, egy repülőgépmotornak, egy varrógépnek, egy írógépnek vagy cséplőgépnek összeszerelendő darabjait nem válogathatjuk össze, míg összeillő darabokat találunk, hanem az azonos rendeltetésű darabok bármelyike szükséges, hogy minden utánigazítás nélkül, azonnal szerelhető legyen. A pontos munkának tehát egyik fontos célja a gyors *szerelhetőség*. Másik célja, hogy a használat közben eltört vagy elromlott alkatrész másikkal könnyen pótolható legyen. Ez a *kicserélhetőség elve*. Ha a Singer-varrógép egy alkatrésze eltörik, nem kell a gépet a gyárba, vagy annak egy lerakatába vinni kijavítás végett. Elég az ábrafüzet számjelzése alapján a pótalkatrészt megrendelni, mert az teljes bizonyossággal illeni fog a helyére.

A pontosság fogalma a gyakorlatban nem azt követeli meg, hogy valamely méret a szó matematikai értelmében legyen egy bizonyos, hanem eleghető, ha a munkadarab mérete általunk megadott két határérték közé esik. A két határérték közötti különbséget *tűrésnek* nevezzük, mely lehet kisebb

vagy nagyobb, a cél és a darab nagysága szerint. Azt a rendszert, mely kellő szakszerűséggel és a gazdaságosság figyelembevételével megállapítja e tőrések nagyságát, valamint az egymáshoz tartozó darabok méretkülönb ségeit, *illesztési rendszernek* nevezzük, mely a milliméter ezredrészeiben, az úgynevezett mikronokban, adja meg a méreteket.

Fontos érdekek fűződnek ahhoz, hogy a vállalatok fogl'alkoztatása egyenletes legyen. Bajok származnak abból is, hogy ha egy vállalat megrendelés hiányában munkásait nagy számban kénytelen elbocsájtani, nehézségekkel jár az is, hogy egy-egy nagy rendelés lebonyolítása végett kénytelen hirtelen sok munkást felvenni. Módja annak, hogy egy gyáripari vállalat a hátrányokat kikerülje, a készletre való termelés megrendelés hiánya esetén. S nehogy a vállalat nyakán maradjon a készletre gyártott anyag, az egyéb okokból is bevezetett szabványok szerint fog dolgozni. *Szabványok* alatt azokat a megállapodásokat értjük, amelyeket a nyilvánosság ellenőrzése mellett a termelők, a kereskedők és fogyasztók képviselői, a hatóságok és a tudomány képviselőinek közreműködésével hoznak létre. A szabványok betartását előírhatják a megrendelők. Közszállításokra kötelezővé teheti a kormány. A szabványok lehetnek nemzeti, amelyek egy-egy államban érvényesek, lehetnek nemzetközi, melyeket az arra hivatott nemzetközi bizottságok ajánlanak elfogadásra az egyes nemzeteknek. Szabványosítani lehet a méreteket, a minőségeket, de lehet egyes eljárásokat is, mint pl. bizonyos acélok hőkezelését. A szabványosítás főleg az 1914—1918. évi világháború alatt lendült fel s azóta nagy gazdasági előnyeinel fogva szépen fejlődik.

### MUNKASJÓLÉTI INTÉZMÉNYEK.

Az iparnak közgazdasági jelentősége nagy. A feldolgozott nyersanyagok értéknövelésével gyarapítja a nemzeti vagyont. Közreműködik az ön-ellátás nagyhorderejű kérdésében. Enyhíti a szociális bajokat a munkanélküliek foglalkoztatásával. Nagy támasza minden országban a honvédelemnek, nemcsak azért, mert cikkeivel ellátja a honvédelem szükségleteit, de azért is, mert ügyesedő, képzetebb emberanyagot nevel. Érthető tehát, hogy szerte a világon mind nagyobb és szebb fejlődést mutat az ipari és újabban a mezőgazdasági munkások megbecsülése.

A világ mai képe az iparban csak akkor lehet teljes, ha rámutatunk arra, hogy egyrészt maguk az államok, másrészt pedig az ipari vállalatok mind az anyagiak terén, mind pedig kulturális téren fokozni kívánják az

alkalmazottaknak és a munkásoknak jólétét. Balesetbiztosítás, egészségügyi intézmények, minimális munkabérek megállapítása, agykori ellátás, családi pótlék, csecsemőgondozás, szülési segély, családalapítási támogatás, munkáslakások létesítése, a testedzés mindenféle ágának elősegítése, fizetési szabadság, szabadidő-mozgalom, kultúrházak építése olvasóteremmel, könyvtárral, mozgófényképelőadásokkal, műkedvelő színelőadásokkal. A munkás, látva azt, hogy állam is, munkaadó is megbecsüli a munkást és családját, nagyobb odaadással, több lelkesedéssel is teljesíti hivatását.

# A KÉMIA ÉS A NYERSANYAGGAZDALKODÁS

ÍRTA  
VARGA JÓZSEF

EMBER ÉLETFELTÉTELEINEK BIZTOSÍTÁSÁRA, életének kényelmesebb tételére elsősorban a természetben előforduló anyagokat igyekeznek hasznosítani. Kezdetben közvetlenül, eredeti állapotukban használja fel az anyagokat, majd rövidesen rájön arra, hogy egyesek átalakítva, feldolgozva sokkal előnyösebben alkalmazhatók s ezzel megkezdődik az a folyamat, mely a természetadta „nyersanyagból“ a *technikai feldolgozás* eszközeivel „használati tárgyat“, vagy „fogyasztásra kész termék“ állít elő. A technika egyre leleményesebb lesz, új meg új termékké alakítja a nyersanyagot és egyre újabb nyersanyagokat állít az emberiség szolgálatába. A táplálkozás terén a sütés, főzés, konzerválás és végül a vitaminok és mesterséges élelmiszerek jelentik a fejlődés fokozatait. A ruházkodás a nyersbőrtől a műselyemig és műszálakig fut be hatalmas utat. A barlanglaké ősember megtanul téglát égetni, „mesterséges barlangot“ épít magának s végül eljut a mai kor lakásáig, mely a természet minden viszontagságától védett, kényelmes otthont biztosít lakójának. Megtanulja, hogy bizonyos anyagokat „erővé“, „energiává“ lehet átalakítani, melyek meleget és világosságot szolgáltatnak s munkát végeznek helyette.

Az életfeltételek biztosításán túl *az emberi élet meghosszabbításában* s a szenvedések enyhítésében is szerephez jut a nyersanyag. A primitív ember ösztönével és évezredek tapasztalatok révén rájön bizonyos anyagok gyógyító hatására; a mai kor embere a gyógyszerek százazreit állítja elő a természetben előforduló nyersanyagokból s küzd egyre nagyobb sikerrel a fájdalom, a betegségek, az élet ellenségei s az időelőtti elmúlás ellen. De rövidesen rájön az emberiség arra is, hogy nemcsak az élet fenntartására és meghosszabbítására, hanem annak *megrövidítésére* is felhasználható a nyers-

anyag. A különleges acélféleségekből páncélt, gépfegyvert, puskát, bombát és ágyút lehet gyártani; bizonyos nyersanyagokból borzalmas erejű robbanószereket és harci gázokat készíthetünk, a nyersolaj termékeivel hadihajót, harcikocsit, bombavető repülőgépet lehet hajtani s mindezzel igen hatásosan, rövid idő alatt nagymennyiségű emberéletet lehet kioltani — s esetleg újabb, vagy még hiányzó nyersanyagforrásokat megszerezni.

### *Harc a nyersanyagért.*

*Így* lett a nyersanyagból *világtörténelmi tényező*; az emberiség hűséges és hasznos szolgájából az emberiség bálványa és féltett kincse, melynek birtokához görcsösen és féltékenyen ragaszkodnak s érte véres küzdelmeket vívnak népek és nemzetek világszerte. Már az ókori népek hatalmát és jólétét is elsősorban bizonyos nyersanyagok biztosították. Az egyes nyersanyagjavarak azonban felette egyenlőtlen eloszlásúak a földön, amely tény már az elmúlt évezredek népeinek életében is sok esetben adott pusztító háborúk megindítására okot. Még fontosabb és kiterjedtebb a nyersanyag szerepe korunkban, mikor a szükséglet sokszorososan felülmúlja az ókori népek igényeit. A nyersanyag, az egyéni és nemzeti jólét forrása, az újkor történelmében egyben a gazdasági és politikai függetlenség biztosítékává válik. Kialakul a „*nyersanyagimperializmus*“ fogalma, mellyel a nyersanyagban dúslakodó, „gazdag“ népek igyekeznek hatalmukat kiterjeszteni a „szegény“ nemzetekre. A nyersanyagban szegényebb nép nem akar a „beati possidentes“ rabszolgája lenni s a „*nyersanyagszabadság*“ jegyében küzd, minden hatalmában levő eszközzel a hiányzó nyersanyagforrásokért. A legújabb kor bűvös jelszava az autarkia, az „önellátás“: függetleníteni a nemzeti anyaggazdálkodást a nyersanyagot birtokoló, esetleg ellenséges érzelmű külföld önkényétől és befolyásától „így vagy amúgy“.

A nyersanyag tehát gazdasági és politikai hatalom, melynek birtokáért *gazdasági és politikai eszközökkel küzdenek*. A civilizáció terjesztése a gyarmatokon, a világkartellek túlekedése a földkerekség minden szóbajöhető nyersanyagkincseért ugyanazon cél szolgálatában történik. Nem véletlen, hogy napjainkban a világ három „szegény“ nagyhatalma: Németország, Itália és Japán vív élet halálharcot a nyersanyagkrözusok: Anglia és az Egyesült Államok ellen s mindkét fél különös gonddal tekint a hihetetlen nyersanyagkincsekkel rendelkező Oroszország felé. A történelem színpadán lejátszódó véres színjátéknál nem csekélyebb jelentőségű azon-

bán az a küzdelem sem, melyet a tudomány folytat a nyersanyagok feltárásáért és minél tökéletesebb felhasználásáért. Kezdetben csak a fizika egyszerűbb eszközeivel alakították a természetben előforduló nyersanyagot használati tárgyakká, majd rövidesen a kémia is szerephez jutott s az anyagok vegyi átalakításával, a természetet is felülmúló változatosságban termelt és termel egyre újabb anyagokat az emberiség szolgálatára.

Az ember nyersanyagéhsége, támogatva a tudomány nyújtotta feldolgozási lehetőségekkel, a nagy természet három „őselemét”: a földet, vizet és levegőt is felhasználja céljaira. Élő és élettelen anyagok, legyenek azok ásványi, növényi, vagy állati eredetűek, mind szolgálhatnak nyersanyagul az ember számára. A Föld ásványvilága érceket, sókat, építőanyagokat; növényvilága fát, kaucsukot, élelmiszereket, fonható és szőhető növényi rostokat szolgáltat; elmúlt évmilliók dús növényzetéből keletkezett a szénkincs; az állatvilág élelmiszerral, bőrrrel és gyapjával látja el az embert; az ásványolaj és földgáz, az elmélet szerint, ugyancsak évmilliók óta elhullott tengeri állati lények bomló maradványaiból keletkezett. A víz, a tenger szintén kimeríthetetlen nyersanyagforrás: állatvilágán kívül különböző növényei, az algák és moszatok, valamint a benne oldott ásványi sók és fémek számára is egyre több kihasználási lehetőséget biztosít a modern kor egyre fejlődő tudománya. A Földet környező levegőóceán nitrogén- és oxigéntartalma, sőt elenyészően csekély mennyiségű „nemes gázai” is ma már hatalmas világiparok nyersanyagát alkotják.

#### *A vegyipari feldolgozás szerepe.*

A kémiai nyersanyagfeldolgozás hatása elsősorban abban nyilvánul, hogy értéktelen nyersanyagokat új felhasználási lehetőségek feltárásával értékesekké tesz. A monacit-homokot pl. a welsbachi Auer találmánya, a certartalmú thoriumoxid nagy fény sugárzó képességének felismerése tette egy csapásra keresett és értékes nyersanyaggá (ez a gázizzófény ú. n. Auer-féle harisnyájának anyaga). Ma már nemcsak thoriumot készítenek belőle, hanem a rádiumhoz hasonlóan sugárkezelésre használható mesothoriumot is. Ez pedig olyan anyag, amelynek grammja az aranynál ötvenezerszerre drágább, több mint 300.000 pengő. Még a thoriumtermelés maradvékai is értékesek, mert tűzkövek gyártásához használt cer-fémet készítenek belőle. Auer találmányának idejéig a monacithomok nem volt más, mint egy nagy fajsúlyú, a tengerek partjain (Brazília, India, Ceylon, Ausztrália, Kelet-



Amerika) vastag rétegben elfekvő anyag, amelyet a távoli országrészekből visszatérő hajók belsejébe nehezek gyanánt töltöttek azért, hogy a tengeren kevésbé hanyódjanak. Hasonló értéknövekedést észlelhetünk az *ásványolajnál* is, melynek a múlt század végéig még csak a petróleum-párlatát tudták értékesíteni, egyéb alkotórészei pedig eladhatatlanok voltak, s közülük pl. a benzint helyenkint még a jelen század elején is a folyókba vagy a tengerekbe öntötték. A robbanómotor feltalálása és elterjedése a benzint a legértékesebb energiaforrássá tette, a korszerű ásványolajipar pedig a nyersolaj legkisebb részét is változatos és értékes termékekévé képes feldolgozni.

A tudományos nyersanyagfeldolgozás fejlődése nemcsak egyes nyersanyagok hirtelen értéknövekedésében nyilvánul meg, hanem abban is, hogy eredetileg *értékes ritkaságokat olcsó közhasználati tárgyakká* alakít át a nagyüzemi előállítás és feldolgozás gazdaságos eszközeivel. A Kínából behozott selyemből évszázadokon át csak a királyok és királynék öltözékét készítették, ma a *műselyemből* készült ruházatkodási tárgyakat olcsó pénzért megszerezheti a legszegényebb néposztály tagja is. A századforduló éveiben még csak mintegy 1000 tonna műselymet gyártottak évente, 20.000 tonna természetes selyem mellett; 1937-ben az előbbinek 548-szorosára nagyobboldott a műselyemtermelés, a természetes selyemé pedig csupán a háromszorosára. A műselyem ára 1895-ben 30 'márka volt kilogrammonként, ma pedig 4—5 'márka körül van. Hasonló változást idézett elő a *mesterséges drágakövek* előállítása is. A rubin, zafír, spinell évezredekken át keresett és drága ékköve volt az emberiségnek és karátja még nem is oly régen esetleg ezrekbe került, ma pedig úgyszólván tetszésszerinti nagyságban, mesterségesen állítják elő s karátja 1—2 pengőért kapható. Ma már nem is annyira ékességnek gyártják e köveket, hanem inkább a finom műszerészipar készít belőlük kopásnak ellenálló csapágyakat, pl. az óraszerkezetekbe. A klaszszikus ókor előkelőségei bíborsegélyű tógát hordottak, melynek festőanyagát a *bíborcsiga* festőmirigyéből nyerték. Ez a festék hihetetlen drága volt, hiszen a modern kémia módszereivel is csak másfél grammnyit lehetett 13.000 bíborcsiga testéből előállítani, s a régi festőműhelyek körül nagy hegyekben állottak a bíborcsigahéjak. Ma a köszénkátrány termékeiből olcsó pénzért, tetszés szerinti mennyiségben állítható elő egy pompás tűzpiros festőanyag: az alizarin. Korunk egyik legfontosabb fémje az *aluminium* 1854-ben még 2400 márkába került kilogrammonként s csupán 20 kg-ot állítottak elő belőle, 1938-ban pedig már 579.000 tonnára rúgott a világtermelés s kilóját 1.33 márkáért adták. A termelés ma is rohamosan

növekszik s az alurtímium, „a jövő fémje“ egyre több teret hódít el a többi fémektől előnyös tulajdonságaival és olcsóságával.

### *A német vegyipar kialakulása.*

A kémia tehát az anyagok belső szerkezetének megvizsgálásával egyrészt új nyersanyagokat tár fel, másrészt kismennyiségű, vagy nehezen megszerezhető nyersanyagok mesterséges előállítását, ill. pótlását és helyettesítését teszi lehetővé. A kémiai tudománynak ily szempontból történő céltudatos alkalmazása tulajdonképpen *Nagy Frigyes* korával Németországban indult meg. Neki tulajdonítja a német nép pl. a *répacukorgyártás* megvalósítását, mert ő akadályozta meg tudatosan a kávéfogyasztás nagyarányú terjedését azért, hogy kávéegyedárúsítással hatszorosára növelte a kávé árát. Amikor ezt cselekedte a király, már esztendőök óta figyelemmel kísérte egy *Marggraf* nevű berlini vegyésznek munkáját, akit pótkávé előállítására ösztönzött. Később egy francia gyógyszerész *csokoládé-pótszer* előírását adta át a király Marggrafnak, akinek a recept szerint hársfavirágból és különböző gyümölcsökből kellett volna a csokoládét helyettesítő táplálékot előállítania. Csakhogy ez a csokoládé senkinek sem kellett. *Marggraf* ekkor úgy okoskodott, hogy nem kellett a valódi csokoládé sem addig, amíg az indiánok módszere szerint, cukor nélkül készítették; akkor lett csak keresett táplálék, amikor *több cukrot* adtak hozzá, mint amennyi a kakaó-liszt súlya volt. Minthogy a cukor sem volt belföldi termék, keresett tehát olyan, a hazai talajon is megtermő növényeket, amelyekben édes ízük folytán a nádcukorhoz hasonló anyag volt gyanítható. 1747-ben már közölte is a berlini Tudományos Akadémiával, hogy sikerült olyan növényeket találnia, amelyek a nádcukorral azonos anyagot tartalmaznak. A répacukorgyártást tanítványa és utóda, *Achard* valósította meg, aki 1802-ben építette az első cukorgyárat Sziléziában. A gyártásnak még évtizedeken át sok nehézséggel kellett megküzdenie, mindaddig, amíg a mezőgazdaságnak fajtaválogatással és nemesítéssel az eredetileg 5% cukrot tartalmazó répákat 16—18% cukortartalmúra sikerült feljavítania.

Még el sem terjedhetett kellőképpen a cukorgyártás, máris súlyos *válságba jutott Németországban a cukorrépatermelés*. Az országnak éppen azon a vidékén, ahol közel két évtizeden át a legjobb, a legnagyobb cukortartalmú répa termett, 1840 és 1850 között nagy arányban romlott a termés hozama és minősége. A földek egyre silányabb és egyre kevesebb répát

adtak. Rothasztó gombák, férgek pusztították a termést. Nagy szerencséje a német népnek, sőt az egész világ kémiai tudásának, hogy éppen a legjobb időben mutathatott rá *Liebig* német vegyész arra, hogy a növények megbetegedésének, de különösen elkorcsosodásának oka a *talaj tápanyaghiányában* keresendő. *Liebig* hirdette legelsőnek azt az annakidején sokak által vitatott tételt, hogy az istállótrágya egymagában alkalmazva nem fedezi minden növény tápanyagszükségletét. A cukorrépatermesztők kénytelenek lettek *Liebig* kísérleteire felfigyelni, aki néhány növény esetében a vízben oldható *foszfátok* terméstsziporító hatását tudta meggyőzően igazolni és már 1840-ben ajánlotta, hogy a foszfátok jól ismert nyersanyagát, a csontokat, előbb kénsavval alakítsák át vízben oldható vegyületekké, mielőtt a földekre hintik. Megfogadták a tanácsot a répatermesztők, de mindaddig csak átmeneti sikert tudtak elérni, amíg egyik német cukorgyár a vegyészével nem vizsgálta meg, hogy van-e az egészséges és a beteg répa hamujának összetétele között különbség. A vizsgálatok a *kálisótartalomban* mutattak ki nagy eltérést. Az egészséges répák hamujában 30—35%, a betegekében 3—5% volt a kálisótartalom. A répatermesztés tehát olyan sót vont ki a talajból, amelyet az istállótrágya nem pótolhatott. Ez a megállapítás nemcsak a szuperfoszfát-műtrágya gyártását és használatát mozdította elő, hanem a kálisókét is. Utóbbiak fogyasztásának a stassfurti sótelep feltárása adott nagy lendületet.

1800 táján, a *Nagy Frigyes* korát közvetlenül követő időkben, a nyersanyaggazdálkodás feladatai még aránylag egyszerűek voltak. Két és félszer kevesebb ember élt akkor a földön, mint napjainkban és a maihoz arányítva csak egyharmadnyi népesség Európa területén. Csakhogy a lélekszám szaporodásával nem arányosan nagyobbodott meg a lakosság anyagszükséglete, hanem az életszínvonal megjavulása miatt sokkal jobban. 1870-ben, amikor 40 millió volt a német birodalom lakossága, 25 millió juh fedezte a lakosság ruházkodási szükségletének túlnyomórészét; ugyanennyi ember számára napjainkban már félmilliárd juh gyapjára lenne szükség. A ruházkodás igényeinek megnagyobbodásával párhuzamosan sokkal több más anyagot is használunk el ma, mint néhány évtizeddel ezelőtt. Több szappant, festéket, gyógyszert, illatszert és papírt fogyasztunk, mint nem is olyan régen. Mennyi és mennyi új nyersanyagra lett szüksége az egyre bővülő vasúti hálózatnak, az autónak és repülőgépeknek, a rádió- és filmiparnak. Rövidesen nem lesz már elegendő nyersanyagokban bővelkedő, ke-

vésbbé műveit népek országait gyarmatosítani, hanem a szó legszorosabb értelmében, alkotni, teremteni kell egyre több új anyagot.

A jövő nyersanyaggazdálkodásában tehát fokozatosan tágabb tere nyílik annak a tudománynak, amelyik a természetben nagy mennyiségben előforduló, de kicsiny értékű javakat nagyértékűekké változtatja át és teremt új — a föld felületén egyáltalán nem, vagy csak kismennyiségben található — nyersanyagokat. Hat tömeges előfordulása nyersanyagkincsből, a fából és szénből, a levegőből és vízből, a konyhasóból meg mészből néhány érc és kőzet felhasználásával a kémia teremt tízezerszámra olyan új javakat, amelyek egyike-másika a világtörténelem folyására is hatással volt és van. Ebből a néhány nyersanyagból állított elő a *kémiai tudomány* műtrágyasót a levegőből, benzint a szénből, pamutot és gyapjút helyettesítő anyagot a fából, mesterséges kaucsukot a szénből és mészből.

Németország *nyersanyagban szegény ország lévén*, reá van kényszerítve, hogy a tudomány fegyvereivel szerezze meg mindazt, amitől háború esetén elzárhatják és mindazt, amivel idegen nyersanyagérdekeltségek a német nép megélhetését megnehezítenék. A szegénység csak a kishitűt készletti lemondásra, az erőset, a sorsát jobbra fordítani akarót fokozott munkára serkenti. A nyersanyagok pótlását lehetővé tévő eljárások csaknem minden esetben ott teremtődtek meg és fejlődtek nagygyá, ahol a természet háztartása nem halmozta fel őket kellő mennyiségben. Németország a szinte nemzeti tudománnyá fejlesztett kémia segítségével már a múltban is nem egyszer törte meg hatalmas külföldi egyedárusító érdekeltségek zsarnokoskodó törekvését és erre törekszik a jelenben is.

## ÉRC- ÉS FÉMGAZDÁLKODÁS.

A kémiai tudomány segítségét igénybevevő okszerű nyersanyaggazdálkodás egyik legfőbb tennivalója az eddig fel nem használt vagy kellőképen nem értékelt nyersanyagok hasznosítása. Ezek közül elsősorban az *ércfeldolgozás* igényel figyelmet.

### *Vas és acél.*

A világháború után Elzász-Lotharingiával megkisebbedett Németországnak érckészletei, különösen jóminőségű vasérckészletei nagyon megcsappantak. A versaillesi diktátum az értékes vasérckészletek közel

75%-át szakította el a birodalomtól, amely ezután szükségletének 70—80%-át külföldről (Svédország, Elzász) volt kénytelen beszerezni. Ez a nagymennyiségű ércbeszerzés megnehezítette a német devizagazdálkodást és ráterelte az illetékesek figyelmét a *belföldi silány vasércelőfordulások* feldolgozásának problémájára. 1933-ig senki sem törekedett hasznosítani ezeket a silány ércelőfordulásokat, jóllehet ismeretes volt, hogy 20—30% vastartalmú érc legalább 2—3 milliárd tonnányi készletben található az ország különböző vidékein, Donaueschingen környékén és Braunschweig közelében. A kohászok hallani sem akartak ezekről a hitvány ércekről, amíg 50—60% vastartalmú külföldi érc minden korlátozás nélkül rendelkezésükre állhatott. A birodalom vezetősége egyik legfőbb feladatának tartotta, hogy az ország vasiparát — amelynek teljesítménye az Egyesült Államokéi után a második helyre vergődött fel — a külföldtől függetlenítse. 1937-ben állami tőkével megalapították a Hermann Göringről elnevezett részvénytársaságot, amely üzembehelyezte a salzgitteri vasércbányát és már 1938-ban több millió tonna ércet szállított a Ruhrvidék ama két üzemébe, amely a silány ércek feldolgozására már berendezkedett. A bányászás megkezdésével egy időben megtervezték a Hermann Göring-vasmű többi tagozatait. Az építést Salzgitter közelében négy fokozatban kezdik meg. Elsőnek 8 nagyolvasztót építenek, majd a kokszolóműveket, később az acélgyárat és legutoljára a hengerműveket. A mű teljes üzemben 6 millió tonna acélt (az 1937. évi német acéltermelés egyharmadát) fog évente termelni. A vasmű egyes tagozatainak az építését Ausztriában fogják megkezdni. (Az utóbbi évek világpolitikai eseményei valószínűleg módosították e terveket.)

Németország a silány vasérccek feldolgozására kétféle, Svédországban, Angliában és Amerikában már évek óta nagyüzemben is kipróbált eljárást hasznosít. Egyik a vasszivacsot készítő korszerűsített frissítő eljárás, a másik az angliai vasszegény ércek feldolgozására is jól bevált „savanyú olvasztás“.

A vasszivacsot készítő ércfeldolgozó eljárás ugyanúgy meg nem olvadt fémvasat készít az ércből, aminőt a történelmi idők hajnalától egészen a vízikerek feltalálásának idejéig állított elő az emberiség. A középkor legelejéig egyik nép sem tudta megömlesztett, folyékony vassá kohósítani az érceket, mert a vaskészítő tűzhelyekben, majd kohókban nem tudott olyan hőmérsékletet megvalósítani, amely a vas megömlesztéséhez szükséges lett volna. A vízikerek volt az első olyan gép, amely a levegőt nagymennyiségben, kielégítő nyomáson táplálta a kohókba és ott olyan nagy hőmérsékle-

tét idézett elő, hogy ezen már nemcsak a vasérc redukálódott fémmé, hanem a nála nehezebben redukálódó egyéb oxidok is és egyúttal jelentős mennyiségű szén is oldódott a vasban. Utóbbiak hatására a kohósítás primérterméke, a szénben szegény, kalapálható kovácsvas, szénben dús folyékony nyersvasvá változott. Hideg állapotban a nyersvas a benne oldott szén és a károsan ható kén- és foszfortartalom miatt nem volt kalapálható, pörölyütésre eltörött. Ezt a középkor legelején kialakult vaskészítő eljárást használja még ma is a vasipar. Előbb nyersvasat készít az ércekből és a nyersvasat utólagosan finomítja kovácsvassá, meg acéllá.

Századunk elején, amikor a takarékos gazdálkodás egyre sürgősebb követelmény lett az ipar és különösen egyes országok ipara számára, egyre többen kifogásolták a nyervastermelés ősi módszerének használatát. A jelenlegi kohósító eljárás hibájának tartották, hogy *ugyanannyi meddőkőzetet kell salakká olvasztania*, amennyi a termelt nyersvas súlya. Olyan új eljárások megvalósításán fáradoztak a kutatók, amelyeknél a salakot lehetőleg nem kell hígfolyóssá ömleszteni. De arra is törekedtek, hogy a nyervasgyártás eddig nélkülözhetetlen drága tüzelőszerét, a válogatott darabnagyságú kohókokszt olcsóbb tüzelőszerrel lehessen helyettesíteni. Ez a két szempont késztetett egyes amerikai kohóműveket arra, hogy újfajta vasgyártással, a „vasszivacs“ készítésével kísérletezzenek. Ennek alapelvét illetően a korszerű kémiai technológia visszakanyarodott az őskori vaskészítés munkamódszeréhez. Nem folyékony nyersvasat készít, hanem mogyorónagyságú vasrögöket redukál ki a meddőkőzetből, amelyből a redukált érc lehűlése után mágneseikkel különíti el a vasdarabokat. A feldolgozandó ércet mintegy 1 cm darabnagyságúra aprítják, majd azonos darabnagyságú tüzelőszerrel keverten enyhe lejtésű forgókemencébe adagolják. Az adalék félig olvadt salak meg vasrögök alakjában 6—8 óra múltán hagyja el a kemencét. A vasrögök 60—80%-a 10 mm-nél nagyobb átmérőjű (20 mm-ig), 10—20%-a kisebb. Tüzelő- és redukálószernek — ez az eljárás főelőnye — kokszdara, kőszéntörmelék, barnaszén-félkoks, anthracitpor egyaránt alkalmas. 30—40% fémvastartalmú vasérc redukálásához tonnánként 240—300 kg kőszéntörmelék szükséges. A hideg levegővel vagy vízzel lehűtött nyersterméket megtörik (a vasrögök természetesen nem törnek össze), majd a vasat a salaktól szitákon elkülönítik. Az átszitált 1 mm szemcsenagyságú salakot mágneses elválasztók vasban dús és vasban szegény salakra különítik szét. Az eljárás az érc fémvastartalmának 90%-át termeli ki.

Közvetlenül nem lehet a vasszivacsot vasárunk előállítására felhasználni, mert az érc és tüzelőszer kén- és foszfortartalmának nagyrésze benne van és törékennyé teszi a vasat. Eltávolításuk végett többnyire nagyolvasztóba adagolják az ércet, vagy néha — ha az érc és tüzelőszer kevés káros szennyezést tartalmaz — Martin-kemencébe, vagy villanyfűtésű acélolvasztó-kemencébe. A vasszivacs-készítő eljárás tulajdonképpen csak kivételes esetben önálló vastermelő eljárás, az esetek túlnyomó részében az ércet csak előkészíti a kohósításra. Vasban szegény érceket dúsít akként, hogy szennyezett fémvasat készít belőlük jó hatásfokkal. A vasszivacstermelésre alapozott nyersvasgyártás költségei tonnánként állítólag csak 46—50 márkára rúgnak, tehát alig valamivel nagyobbak a vasban dús ércek feldolgozási költségeinél.

önálló vaskohósító eljárás a „*savanyú olvasztás*“, mely közvetlenül nagyolvasztóban kohósítja az érceket savanyú, tehát kovasavban dús salak keletkeztetése közben. Minthogy a savanyú salakközegben redukált vas sok kénszennyezést tartalmaz, a nyersvasat utólagosan kell a kéntől mentesíteni. Ezt elérendő, a termelt nyersvasat megömlesztett szódába öntik. A szóda, hígfolyós salak képzése és a keveredést előmozdító gázok felszabadítása közben, gyorsan kénteleníti a vasat. Oberhausenban a kéntelenítést gyorsabban ható szóda-mészkeverékkel valósítják meg. 7°/oo-nyi kén-tartalom eltávolításához tonnánként 19 kg szóda és 15 kg mészkeverék szükséges. Az eljárás további fejlődésében is bíznak a kohászok, mert megállapították, hogy a vas kéntelenedését stronciumkarbonát-adagolással már magában a nagyolvasztóban is fokozni lehet. A stroncianitos mészkeverék háromszorannyi ként távolít el a vasból, mint a mészkeverék egy magában.

Ezek az újonnan meghonosított, részben újonnan kidolgozott nyersvas-termelő eljárások megsokszorozták a német vasérc-termelést. 1932-ben még csak 1'3 millió tonna, 1937-ben már közel 10 millió tonna volt a belföldi vasérc-termelés, 1940-re pedig 40—45 millió tonnára számítottak. Ez az ércmenyiség kereken 10 millió tonna vasat szolgáltat, a német vas-, illetve acéltermelésnek tekintélyes százalékát.

1936-ban az egész világ acéltermelése 124 millió tonna volt és mintegy 20 milliárd pengőt ért. A termelés 53.5%-a (66'3 millió tonna) Európára, 40%-a (46'9 millió tonna) Amerikára jutott. Az európai államok 1936-ban millió tonnákban kifejezve, alábbi acélmenyiségeket termeltek: Németország 18'61, Oroszország 16.34, Anglia 11.88, Franciaország 6.70, Belgium 3.17, Itália 2'02, Luxemburg 1.98, Csehszlovákia 1.56, Lengyelország 1.14,

Svédország 0'97, Magyarország 055, Ausztria 0'42, Spanyolország 0'39 millió tonnát.

Magyarország vasércgazdálkodásában a vasdús bauxitok, a kárpátaljai silányabb vasérc, a piritpörkök és a timföldgyártás vörösiszapjai szerepelhetnek új nyersanyagforrásokként.

### *Silány ércek feldolgozása.*

A belföldi érctermelés természetesen nem szorítkozik egyedül a vasércbányászatra, hanem felöleli *valamennyi, különösen az acélipar és egyéb ötvözetek gyártása szempontjából fontos ércek termelését.* Az ólom-cink-ércek termelése 1932—37-ig 1'2 millió tonnáról 2'4 millió tonnára, az *arzén-érctermelés* 2800 t.-ról 26.400 t.-ra nagyobbodott Németországban. A *nikkel, kobalt, ón, wolfram, higanyércek* bányászata 1932-ig jelentéktelen volt, mert az ércek kohósítása a csekély fémtartalom miatt nem mutatkozott gazdaságosnak. A harmadik birodalom nyersanyaggazdálkodási rendszere a nikkelérctermelést 87.000 tonnára, az ón, bizmut és wolframércekét 20.000 tonnára, a higanyércekét 30.000 tonnára fokozta, mert fejlesztette és újra megnyitotta mindazokat a bányákat, amelyek üzemét, közvetlenül a háború után, a gazdaságosság hiánya miatt megszüntették. Időközben azonban a főként Amerikában kidolgozott ércdúsító eljárások (az Elmore-féle flotációs eljárás stb.) még az 1%-nál kevesebb fémet (réz, nikkel, kobalt, cink, ólom, wolfram stb.) tartalmazó, különösen szulfidos ércek gazdaságos kohósítását is lehetővé tették és köztük a *réz, ólom és cink* hatásos elkülönítését is az ércekből. Maga a Téztermelés csak egyharmad nagyobbodást mutat Németországban. 1913-ban 41.000 tonna volt a német nyersrésztermelés (ebből 20.300 tonna belföldi ércből), 1936-ban 56.400 tonna (ebből 30.765 tonna belföldi ércből).

Alapelveiben ugyanaz az eljárás, amelyet a vasban szegény ércek pirogén dúsítására kidolgoztak, alkalmasnak bizonyult *a silány nikkelércek* feldolgozására is. Két nem műveit bányaterület termelésének megkezdésével évi 660—700 tonna nikkel és 180—200 tonna réz előállítására számítanak Németországban. 1936-ban a nikkelércbehozatal 17.560 tonna, a fémnikkelé 3400 tonna volt, 6'9 millió márka értékben. Megnyitották legújabbban a szászországi elhagyott *kobaltbányákat* és újabb lelőhelyeket is találtak, amelyek ércanyagából a kobaltfogyasztás jelentős hányadát, évente 100 tonna kobaltot, remélnek előállítani. Üzembehelyeztette a német nyersanyaggazdálko-



dás az ország ezidőszerint egyetlen művelhető *ónbányáját* és üzembehelyezteteti a vízbetörések miatt évszázadok óta elhagyott oelsnitzi (Vogtland) *ónbányát*. A *higanyércelőfordulásokról* is megállapították, hogy termelésre alkalmasak. Magyarország felvidéki *antimónbányái* az európai termelésben is számottevő mennyiséget szolgáltatnak.

A jövő kémiájának egyik fontos feladata lesz a *kőzetek, vagy ércek kísérő fémjeinek kinyerése*, vagy hasznosítása. Sokféle érceben van, többnyire kismennyiségű vanádium, molibdén, króm, nikkell, kobalt, kadmium, mangán, szelén, tellurvegyület és nemesfémek. Egymagában az importált ércek aranytartalmának kinyerése több millió márkányi devizanyereséget jelentene Németországnak. Ismeretes, hogy a spanyolországi rio-tinto vidék vaskalapércei igen jelentős mennyiségű, tonnánként 3—4 g aranyat is tartalmaznak. Igaz, hogy jelenlegi tudásunk alapján az érceket igen kicsinyre kellene zúzunk az arany kivonására s utána ismét brikettezni vastermelésre, de remélhető, hogy a jövő olcsóbb eljárást fog adni.

Hasonlóképpen kell megítélni azoknak a *kőzetfélésegeknek* a hasznosítását is, amelyekben igen kicsiny mennyiségű, de értékes fémszennyezések vannak. *V anádiumsavat* is érdemes egyes vörös-homokkő- és vasércelőfordulásokból híg sósavval kivonni. A vanádiumsav keresett és külföldről importált katalizátoranyag, a belőle előállított fém pedig szerszámacélok és nagyon igénybevett motoralkotórészek ötvözőeleme. Az ország nyersanyagkincseinek keresése közben az is kitűnt, hogy a délnémetországi előfordulású, „koppit“-nak nevezett mészkőkristályokban jelentős mennyiségű *niób* van. A fémet a külföldi eredetű tantál helyettesítésére lehet használni, továbbá olyan acélok készítésére, amelyek még a forró, híg savaknak is ellenállnak és ezért orvosi és fogorvosi műszerek előállítására használhatók. Ilyenek a bajorországi pegmatit-vonulatok, amelyekben *beryllium*, titán és lítiumvegyületek találhatók. A *beryllium* egyre nevezetesebb ötvözetképző elem. Vassal létesített ötvözete még nagy hőmérsékleten sem bocsátja át a hidrogént, a *beryllium-alumínium-ötvözet* meg arról nevezetes, hogy át bocsátja a röntgensugarakat és ezért röntgensövek készítésére használható. Jelentős mennyiségű *rutil* és *lítiumcsillám* is van a bajorországi pegmatitokban, s bizonyára akadni fog majd olyan eljárás, amely szerint gazdaságosan vonható ki ez a két anyag belőle.

Csaknem minden országban ismerünk olyan kőzeteket is, amelyek fémszennyezései annyira csekélyek, hogy a fémtartalom gazdaságos kivonásának lehetőségére egyáltalán nem gondolhatunk. *Talaj javítási célokra* sok

esetben még az ilyen kőzetek fém tartalmát is hasznosíthatjuk, természetesen a kőzettel egyetemben. A fém-szennyezések talaj- és termés javító hatása összességében még a tudomány előtt sem ismeretes, egyes fém-sók hiányának hatása már igen. Így különösen a réz. Ha homokos őstalajokon, amelyeken csak erdei fenyő és pár vele együtt élő növény tenyészett (erika-félék), gabonát kezdünk termesztetni, megfigyelhetjük, hogy a gabona silánynövése, csikozott, chlorophill nélküli és sokszor termést sem hoz, beteg. A betegséget a talaj réz- és mangánsóhiánya okozza. Ezeknek a sóknak nagyrészt az őstelepülésű növények gyökérzete által előidézett savanyú talajreakció oldhatóvá tette és az esőzés az idők folyamán kilúgozta. Eddigélén ezen a bajon úgy segítettek, hogy rézgálicot juttattak a talajba, de bebizonyosodott, hogy a mansfeldi réztartalmú palák öröklött salakja, réz-tartalmú mészkövek lisztje, rézércek flotációs maradéka kitűnő talajjavítók. Ezeknek a megfigyeléseknek alapján a fémhiány okozta növényi betegségeket mindinkább a talajokba belemunkált, csekély fémszennyezést tartalmazó kőzetlisztekkel igyekeznek megjavítani.

#### *A könnyű fémek térhódítása.*

A fémgazdálkodás egyre növekvő gondjait a kémia új fémek és ötvözetek előállításával is enyhíteni képes. Ilyen, sokaknak új fém az *alumínium* és *magnézium* és ezek különböző ötvözetei, amelyek már ma is annyira uralják a gépgyártást, hogy a színes képzelőerejű amerikai írók azt állítják, hogy a jövő történése napjainktól fogja számítani a „maga!-korszakot, a művelődésnek azt az időszakát, amelyben a vasat a magnézium-alumínium ötvözetek szorítják ki a használatból. A két fém közül ezidőszert az *alumíniumnak* van nagyobb jelentősége.

Maga a fém már több mint 100 éve ismeretes és eleinte csak néhány grammot sikerült belőle előállítani. Az 1856. évi párizsi világkiállításon már nagyobb súlyú „agyagból készített ezüstöt“ mutattak be a franciák, de még mindig rettenetesen drága volt az ára, kilogrammonként 4800 pengő; 1900-ban már 4 pengő kilója, 1937-ben 2'5 pengő. A nagy értékzuhanást az elektromos áram alkalmazása idézte elő, amely a kémiai termelő eljárást kiszorította helyéből. 1900-ban még csak 7 tonnát gyártanak belőle, 1913-ban már 65.000 tonnát. Harminc év múltán (1933-ban) még mindig csak 142.000 tonna a termelés, de 1937-ben már több mint háromszorosa a négy év előtti-nek, 490.000 tonna. (1938-ban 579.000 tonna.) Az alumínium a háború utáni

idők egyre keresettebb fémé lett, mert a motoros közlekedés gépei, az autó és a repülőgép könnyű szerkezeti anyagot igényelnek. Az alumíniumnak és a magnéziumnak is kicsiny a fajsúlya, az előbbi 27, utóbbi 175. Gépszerkesztés szempontjából nagy különbség ez a vasfajták 7'2—7'5-ös fajsúlyával szemben. Éppen a legjobb időben jön segítségünkre ez a fém, amikor a cink és ólomérczek apadófélben vannak és rezet meg ónt drágán, nemes valutáért lehet csak beszerezni. Jelentősége bizonyára még erőteljesebben fog a jövőben kidomborodni, mert alkalmazási területe egyre bővül. Egyideig kerestek számára alkalmazást, örültek, ha mint „pótszer“, valami „jól bevált, rég ismert“ szerkezeti anyagot helyettesíthetett, ma pedig már a technika számos területén sok „rég, jó“ anyagot szorított ki a használatból. Nyersanyagnehézségek sem korlátozzák annyira a gyártását, mint a vasét és egyéb fémekét, mert oxid alakban igen nagy mennyiségben van a föld kérgében. Átlagértékben a föld kérgét 7'5%-nyi mennyiségben alkotja alumíniumoxid és elterjedten található olyan kőzetek, amelyek a földkéreg átlag-alumíniumoxid értékének többszörösét tartalmazzák. Mi sem természetesebb, mint az iparnak az az igyekevése, hogy az oxidban legdúsabb kőzetféléseket dolgozza fel fémmé.

Ilyen oxidban-dús kőzet a *bauxit*, amely sok helyütt található a világon és minálunk is nagy mennyiségben fordul elő. A jóminőségű bauxitokban 55—65% az alumíniumoxid. Feldolgozásra igyekeznek azonban lényegesen kevesebb oxidot tartalmazó anyagokat is felhasználni, különösen Németországban, amely úgylátszik bármilyen drága áron hazai nyersanyag alapzatot is akar alumíniumtermelése számára biztosítani. A bauxit ugyan többféleképpen dolgozható fed alumíniumoxiddá, elterjedten azonban csak egy eljárás használatos, a Bayer-féle feltárás, amely nátrium-aluminát oldat alakjából különíti el az alumíniumoxidot a bauxit egyéb alkotórészeitől. Ezidő szerint ez az eljárás ad legolcsóbban, szennyezésektől mentes alumíniumoxidot (ú. n. timföldet). Kémiailag tiszta termékre azért van szükség, mert jó mechanikai sajátságé alumínium csakis szennyezéstől mentes nyersanyagokból készíthető. A teljesen tiszta timföldet, széntéglával bélelt kádakban, megolvasztott kryolith-fürdőbe adagolják és szénelektrodokkal 900° körüli hőmérsékleten elektrolizálják.

1 kg alumínium előállításához:

2 kg alumíniumoxid ( $Al_2O_3$ ) = 4 kg bauxit,

0.05 kg kryolith ( $Na_3AlF_6$ ),

0.5—0.6 kg elektródszén és

18—22 KWó elektromos energia szükséges. Továbbá még 420 munkaóra is szükséges a timföldgyártáshoz, az áram előállításához és az elektrolízishez.

Az alumínium használatának elterjedéséhez a hegesztés, forrasztás és edzés módszerének megtalálása mellett egynéhány nagyon előnyös sajátosságú *ötvözetének előállítása* is hozzájárult. A leghasználatosabb ötvözőelemek a magnézium, réz, silícium és cink; mangánt, nikkelt, krómot és vasat többnyire csak 1—2%-ban adagolnak egyes ötvözetekbe. Nagyban elősegítette az alumínium keresletét és használatát az a sajátossága, hogy korrózióknak és kémiai hatásoknak, a levegőn a fémfelületen önmagától képződő oxidhártya miatt, kitűnően ellenáll. Ezt a védőhártyaréteget vastagabb rétegben is előállíthatjuk, ha a fémtárgyat szódás-nátriumkarbonát oldatba mártjuk, vagy ha oxálsavas oldatban villanyáram hatásának vetjük alá (eloxal-eljárás). A mesterséges úton előállított bevonatok szintelen, arany-sárga, világos- és szürkészínűek lehetnek s a fémen kitűnően tapadnak.

Egyik legfontosabb fogyasztóterülete az alumíniumnak és ötvözeinek a *repülőgép- és motorgyártás*. Megfelelő szilárdsága és kicsiny súlya mellett a repülőgépgyártásban az alumínium használatának az a nagy előnye, hogy egyszerű sajtolással bármilyen keresztmetszetű tartót előállíthatunk belőle, míg acél szerkezeti anyagnál kötve vagyunk a hengerléssel előállítható tartószerkezetekhez. Alumíniumból mentőcsónakokat is készítenek tengerihajókra. A svájci hegyvasutak kocsijainak alumínium a fő szerkezeti anyaga. Személy- és teherautóknak egyre több részét készítik alumíniumból, a teljes karosszériát is. A robbanómotoroknak sok alkatrésze alumíniumötvözet, természetesen az alkatrész rendeltetésének megfelelően, egymástól eltérő összetételű ötvözetek. A kémiai iparnak szinte minden ágazatában teret hódítanak az alumíniumtárgyak, gépek és gépalkatrészek. A tejfeldolgozó és gyümölcsleveket befőző ipar ellőszerezettel használ alumíniumkészülékeket, mert nem adnak fémízt a folyadékoknak.

Újabban az *építőtechnika* használ egyre több épületrész előállítására alumíniumot, mert az ötvözetek könnyűek, nagyszilárdságúak, kemények, korrodáló légköri és kémiai hatásoknak ellenállanak, továbbá kellemes színűvé pácolhatók. A berlini Reichskreditanstalt épületén minden ajtó, minden ablakkeret, lépcsőkarfa alumíniumból készült, az ajtókilincsek is. Ezeket nem is kell tisztogatni, mindig fényesek maradnak. Az 1937-évi párizsi világkiállítás alumínium-pavillonjának természetesen minden elképzelhető részét alumíniumból készítették. Alumíniumból készültek az Ohio-gát zsilipjeinek

válaszfalai, sőt Franciaországban egyes kisebb hidak tartószerkezetei is. Az 1938. év nyarán készült el a Montblanc tetején épült 24 személyes menedékház is, összesen 7,5 tonna súlyú duralumíniumlemezekből. *Lakberendezési* tárgyak, asztalok, székek, sőt szobrok is készülnek már alumíniumból, továbbá zeneszerszámok, főként kürtök és különböző folyadéktároló tankok, tejeskannák, söröshordók. Felhasználják még cigaretták vagy csokoládé csomagolására is és Norvégiában halkonzervdobozok készítésére. A század elején már *távvezetékek* készítésére is felhasználták Franciaországban, mégpedig a tenger közelében és ezek a vezetékek még most is a helyükön vannak.

A leghosszabb alumínium távvezetékálózatot az Egyesült Államok építették 1910 óta, jóllehet ők a legnagyobb rézérctermelők. Joggal tekinthetjük az alumíniumot a jövő fémének. Az alumíniumgyártásnak hazánkban is nagy jelentősége van, mert sok idegenből származó fémeket takaríthatunk meg használatával. Magyarország Európa egyik legjelentősebb bauxittermelő állama. A magyar bauxit hazai feldolgozásával két korszerű alumíniumgyárunk foglalkozik, a harmadik pedig most van épülőben.

A *magnéziumot* szintén termoelektrolízis útján állítják elő, mint az alumíniumot, de a fémnek nem az oxidját, hanem a kloridját elektrolizálják.\* A kloridot vagy magnezitből (magnéziumkarbonát:  $MgCO_3$ ), vagy dolomitből (kalcium-magnéziumkarbonát:  $Ca Mg [CO_3]_2$ ) állítják elő sósavval, vagy pedig a stassfurti bányák karnallitját ( $KCl, Mg Cl, 6H_2O$ ) elektrolizálják. Míg maga a magnézium 630—650 °C között olvad, vízmentes kloridjának 711° az olvadási hőmérséklete. Többnyire azonban konyhasót ( $Na Cl$ ) és kaliumkloridot ( $KCl$ ) is tartalmazó sókeveréket elektrolizálnak, amelynek jóval kisebb az olvadási hőmérséklete. A sókeverék használata teszi lehetővé, hogy az elektrolízist, amelynek folyamán klórgáz szabadul fel, 700°-on hajthassuk végre. A folyós fém az elektrolit felszínére emelkedik. 1 kg magnézium előállításához 22 KWó elektromos energia szükséges, ugyanannyi, mint az alumínium előállításához. Termelésére Németországon kívül Anglia, az Egyesült Államok, Franciaország, Itália, Svájc, Japán és Szovjetország is berendezkedtek. Fémes állapotban csak a fényképezésnél használják, a termelés túlnyomó részét ötvözetekké alakítják. Az „elektronénak” nevezett ötvözetek mintegy 90% magnézium mellett cinket, rezet vagy alumíniumot tartalmaznak. A világ magnéziumtermelése 1937-ben mindössze 35.000 tonna volt. A termelés fele német gyárakra jutott.

\* Újabban nem elektrolitikus eljárások is ismeretesek.

## A KÉMIA ÉS A PETRÓLEUMIPAR.

A nyersanyaggazdálkodás legfontosabb fejezetei közé tartozik a tüzelőszergazdálkodás. A tüzelőszerek főként az energiatermelésben játszanak szerepet, de egyre növekvő a jelentőségük a kémiai iparokban is. Közülük elsősorban a folyós tüzelőszerek érdemelnek említést, annak révén, hogy korunk legfontosabb energiagépének, a robbanómotornak legfőbb hajtóerejét szolgáltatják. A robbanómotorra alapozott energiatermelés, valamint a szárazföldi, vízi és légi közlekedés a világ egyik legértékesebb, legkeresettebb nyersanyagává tette a legfontosabb folyós tüzelőszert: *az ásványolajat, vagy petróleumot.*

### *Korszerű motorhajtóanyagok.*

Nyolc évtizeddel ezelőtt a *petróleum*, a világ sok helyén még teljesen ismeretlen anyag volt, és amikor az amerikai Drake-nek nagyobb mennyiségben sikerült a föld mélyéből előcsalnia, még csak világítóolajat tudtak belőle készíteni. A többi rész értéktelen anyag volt, különösen a benzinpárlat, amelyet még századunk elején is nehéz volt eladni. A világháború azonban nagy változást okozott a petróleumgazdálkodásban. Az entente hatalmak egyre több benzint vásároltak, majd szinte követeltek a világ legtöbb petróleumot termelő államától, a velük szövetséges Egyesült Államoktól. Ennek kormányzata már félni kezdett attól, hogy a rohamosan megnövekedett fogyasztás következtében készletei túlhamar fognak elapadni. Még fenyegetőbb lett a benzinhiány veszedelme a háború befejezését követő fellendülés időszakában, amikor a motoros járművek száma néhány év alatt megkétszereződött az Egyesült Államokban (1920-ban 9'2 millió, 1925-ben 19'2 millió gépkocsi volt használatban). Ebben az időben a kutatók százai keresték, hogy miként lehetne a nyersolaj feldolgozás *benzinhozamát még jobban növelni* és a minőségét megjavítani. Az alapelv, sőt már egyes eljárások is ismeretesek lévén, törekvésük odairányult, hogy az olajok benzinhozamát növelő *krakkoló eljárást* tökéletesítsék. Sikerült is rövidesen olyan munkamódszereket kifejleszteni, amelyek szerint bármilyen nyersolajból, vagy annak maradékából, illetve párlataiból 40—70% benzint lehetett termelni.

A krakkolás teljesen átalakította a petróleumipart és elsősorban Amerika civilizációját és jólétét fejlesztette. Lehetővé tette, hogy 1936-ban már több mint 26 millió gépkocsi járhasson az Egyesült Államokban. Ha ezt az

igen nagyszámú járművet krakk-benzintermelés nélkül akarták volna üzemben tartani, 1935-ben 158 millió köbméterrel több nyersolajat kellett volna bányászni és feldolgozni. A korszerű petróleumfeldolgozás tehát határozottan odázza el a készletek elapadásának időpontját. Hazánkban Pétfürdőn a közelmúltban helyeztek üzembe egy korszerű krakkoló-telepet, mely a magyar olaj nehezebb párlataiból jó hatásfokkal benzint állít elő.

### *A krakkgázak iparai.*

Még az eddig felsoroltaknál is nagyobb előnye a krakkolásnak, hogy *igen értékes gázokat* fejleszt a feldolgozott nyersanyagból. A gáz azért nevezetes, mert metán-, etán-, propán- és butántartalom mellett, jelentékeny mennyiségű telítetlen szénhidrogént: etilént, propilént, butilént, sőt amilént is tartalmaz. Ezeknek az olefin-szénhidrogéneknek máris nagy és még egyre növekedő a jelentőségük. Egyre több fontos kémiai iparcikket állítanak elő belőlük. *Elsősorban alkoholokat*, az etilénből etilalkoholt (borszesz), a propilén- és butilénből propil- és butilalkoholt, az amilénből amilalkoholt.

Alkohol előállítása végett a krakkgáz megfelelő párlatát dúsítják, majd esetleg katalizátor jelenlétében adott hőmérsékletű és töménységű kénsavban nyeletik el s a keletkezett észtereket vízzel forralva, a felszabadult alkohol lepárolják. Etilalkoholt újabban már etilénből és vízgőzből is sikerült előállítani, 120 atm. nyomás mellett és 200—250° hőmérsékleten, kadmium-foszfát katalizátor jelenlétében. Az etilén a megadott feltételek mellett molekuláris arányban vesz fel vizet és etilalkohollá alakul. A krakkgáz-etilénből gyártott alkohol mennyisége évente már több mint 635 millió liter az Egyesült Államokban és ára versenyképes a mezőgazdasági termékekből gyártott szeszével. Olcsó ára miatt már étert és acetont is készítenek belőle.

Alkoholokat nemcsak a krakkgázakból, hanem *a benzinpárlat kisebb szénatomszámú tagjaiból* is készítenek klórszármazékok közvetítésével. A pentánt például amilmono- és dikloridokká klórozzák. Az izomer monokloridokat frakcionáló tornyokban különítik el a dikloridoktól, majd a monokloridokat forró nátriumoleátos közegben, híg nátronlúgoldattal elszapánosítják. Az így nyert a műalkoholok nyers keveréke a „Pentasol“ néven ismert oldószer. Alkoholokat már egyes *paraffin szénhidrogénekből* is sikerült készíteni. A propán- és oxigéngáz elegye 140 atm. nyomás és 300—350° hőmérsékleten, mintegy 65%-os hatásfokkal ad metil-, etil- és propilalkohol elegyet.

Etilén a nyersanyaga az *etilénglikolnak*, továbbá a legveszedelmesebb harci gáznak, a *mustárgáznak* és etilénből készül az *etilénoxidnak* nevezett kábítószer- és fégőgáz is. A glikol vagy etilénglikol Amerikában, téli időben vízzel keverve, nagy mennyiségben használatos autómotor-hűtőfolyadék, mert fagyási hőmérséklete még a glicerinnél is mélyebb. De készítenek a glikolból robbanószert is, mert a salétromsav segítségével a nitroglicerinrel egyenértékű nitroglikollá alakítható át. Ez azonban még nem minden, amit etilénből készíthetünk. Nevezetes sajátása az etilénnek, hogy igen jó hatásfokkal *acetilénné alakítható*, ez pedig a korszerű, szerves kémiai szintézisek egyik legfontosabb alapanyaga, amelyből számos fontos szerves vegyületet (acetaldehid, ecetsav, aceton), továbbá mesterséges kaucsukot és még több más műanyagot (autólakkokat, gyantákat) is készítenek. Acetilént petróleumszénhidrogének gőzeiből Amerikában úgy is készítenek, hogy a gőzöket villamos ívfényen hajtják át. A hasznosítás állítólag 60—70%-os. Ha mindezek mellett még arra is tekintettel vagyunk, hogy a petróleumnak egyes nagyobb szénatómszámú vegyületeit és vegyületcsoportjait is sikerült értékes vegyitermékeké átalakítani, beláthatjuk, hogy a petróleum egyik legfontosabb kémiai nyersanyagunkká lépett elő rövid három évtized alatt.

#### *Motorhajtóanyagok krakkgázakból.*

A krakkgázak *propilén és butilén* szénhidrogénjei ezidőszerint még az etilénél is értékesebbek, mert az orosz *Ipatieff* módszere szerint a petróleum-finomító ipar kiváló szintétikus benzint, a *polimer-benzint* gyártja belőlük. Az olefines gázakat „szilárd foszforsav“ katalizátor jelenlétében kis nyomás (12—21 atm.) mellett 190—240°-nyi hőmérsékletre hevítik, amikor a gáz olefintartalmának, elsősorban propilén- és butilénmennyiségének függvényeképpen 1 m<sup>3</sup> krakkgázból 0'5—0'67 kg polimerbenzin keletkezik. Ennek a benzinnel igen nagy, 80—82 az oktánszáma és ezért (kisebb oktánszámú) benzinek feljavítására használják. Ugyanennek az eljárásnak telített szénhidrogéngáz, a bután is nyersanyaga lehet, de csak akkor, ha előzőleg olefin szénhidrogénekké bontjuk el. 60—70 atm. nyomás mellett 540—620 C°-nál a butánból közel 90%-os hasznosítással állíthatók elő benzinné polimerizálható, telítetlen szénhidrogének.

Egyes üzemekben a krakkbenzin gőznyomását állandósító készülék (stabilizátor) gázait úgy hűtik, hogy a különböző butilének és butánok cseppfolyós halmazállapotban különüljenek e4 belőle. A cseppfolyósított gázelegy



*izobutilén párlatát* helyenként külön polimerizálják. A különleges eljárásnak kétféle trimetilpentilénből összetevődő, *diizobutilénnek* nevezett termék az eredménye. Ebből „enyhe hidrogénezéssel“ 90—100 oktánszámú elsődrendű motorhajtóanyagot, *izooktánt* gyártanak. Főként a repülés céljaira 1937-ben már napi 100 vágón izooktánt gyártott a krakkgázt polimerizáló ipar.

Különleges eljárással az izobutilén nemcsak benzinné, hanem *szintétikus kenőolajjává* is polimerizálható. Ez a gázból készült kenőolaj annyira előnyös sajátosságú, hogy megjavítja a silányabb kenőolajokat, ha hozzákeverik. A krakkbenzin egyes párlatait alkotó, folyékony halmazállapotú, nagyobb szénatómszámú olefinek szintén kiváló minőségű kenőolajokká alakíthatók.

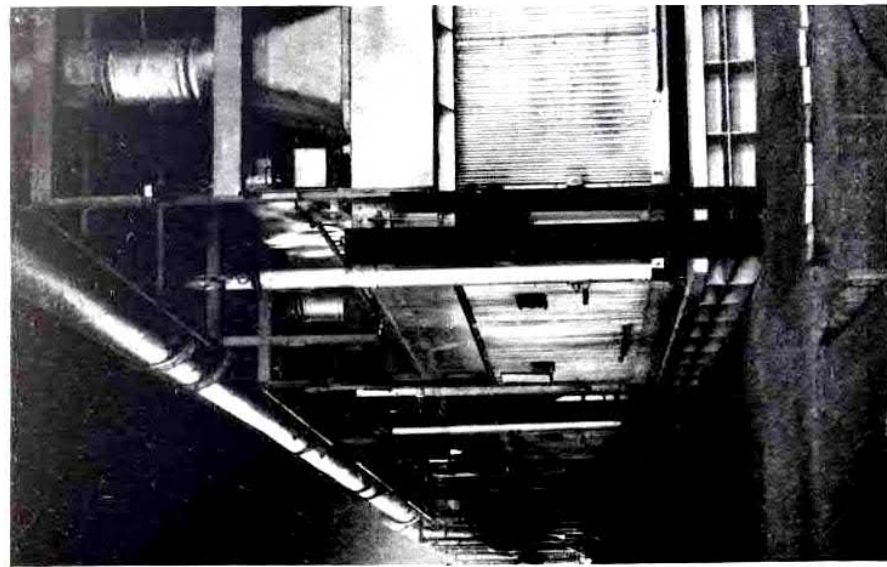
#### *Egyéb felhasználási lehetőségek.*

Alumíniumkloriddal *mesterséges gyanták* is készíthetők a krakkbenzin szénhidrogénjéből. Ezek a gyanták értékes alkotórészei a nagyon gyorsan száradó, vízátthatlan, savaknak, sőt lúgoknak is ellenálló firniszeknek.

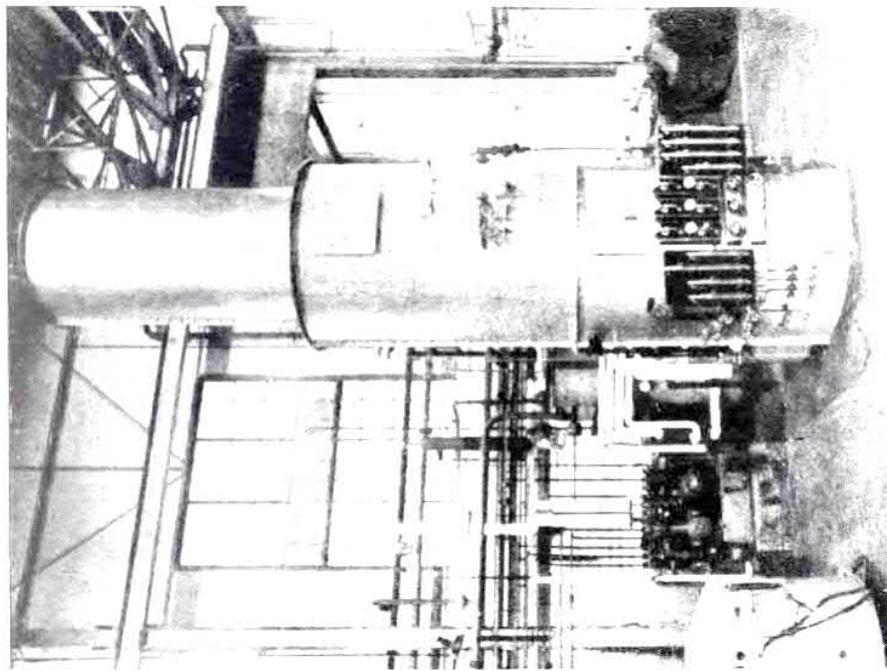
A nyerspetróleum gázolajpárlatából 6—7%-os határfokkal *butadiént* is készíthetünk, ha az olajat 800—950°-nyi hőmérsékleten, légritkítás mellett (175 mm, vagy ennél is kisebb nyomáson) hevítjük. A mesterséges kaucsukgyártás nyersanyaga (butadién) mellett a vákuumos elbontással nagymennyiségű olefin-szénhidrogén is keletkezik a gázolajból.

Oroszországban a paraffineket tartalmazó, kénsavval finomított *vazelinolajból zsírsavat* készítenek úgy, hogy a 90—120°-ra melegített vazelinolajba nafténsavas-mész katalizátor jelenlétében, mintegy két napon át levegőt fúvatnak. Az oxidált olaj zsírsavaiból szappant gyártanak. Németországban is készítenek zsírsavat paraffinokból, mégpedig bamaszénkátrányból előállított vagy a Fischer-féle benzinszintézissel nyert szintétikus paraffinból. A paraffineket 8 m magas és 2'5 m széles, saválló, krómnikkelmolibdénvasötvözetből készített tartályokban, állítólag krómsav-katalizátor jelenlétében levegővel vagy oxigénnel oxidálják zsírsavakká. Ezekből a zsírsavakból, vagy legalább is egy részükből, erjesztéssel nyert, tehát szintétikus glicerinnel *zsírsavas gliceridek: szintétikus ételzsír* is készül már Németországban. A szintétikus ételzsírnak az a legfőbb hiányossága, hogy vitaminok nincsenek benne.

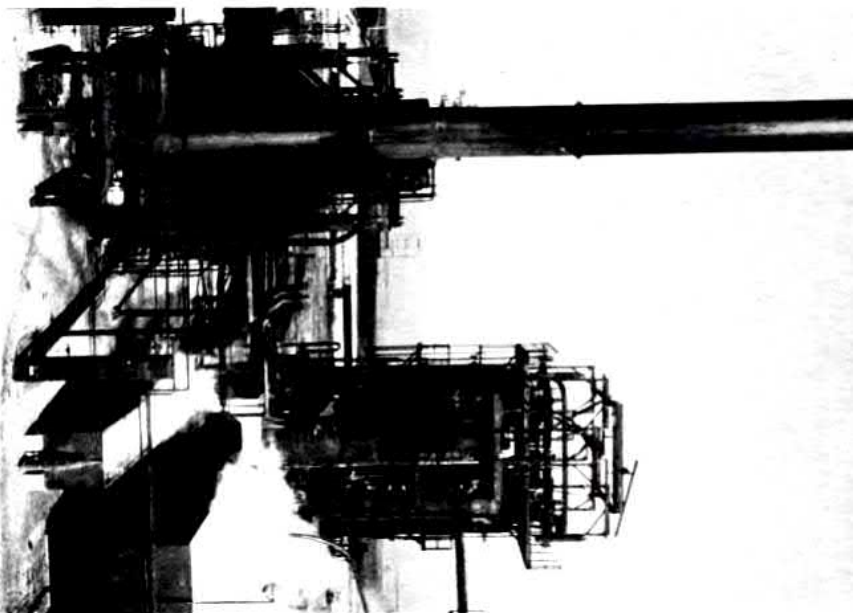
Értékes alkotórésze a *propán* és a *bután* is a krakkgáznak és a földgáznak. Ezt a két szénhidrogént már kis nyomással lehet folyósítani és acél-



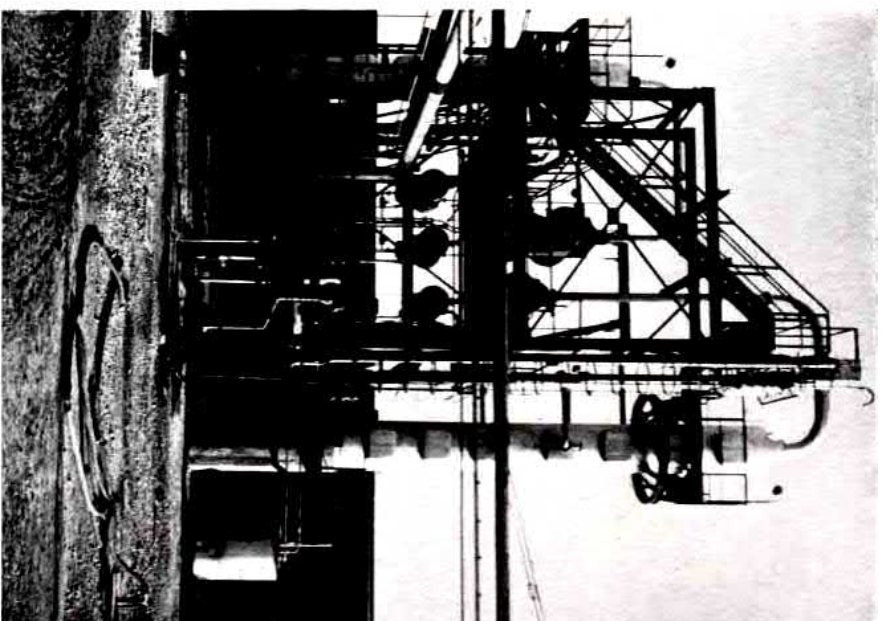
Magyar alumíniumkőbő.



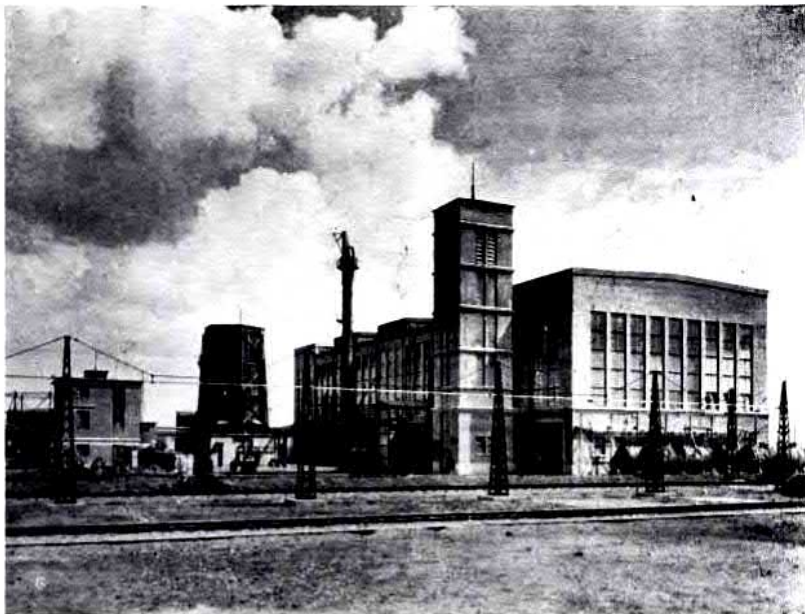
Ajkon Krysprongvár.



Krakledegi potesztilloacs tornyja.



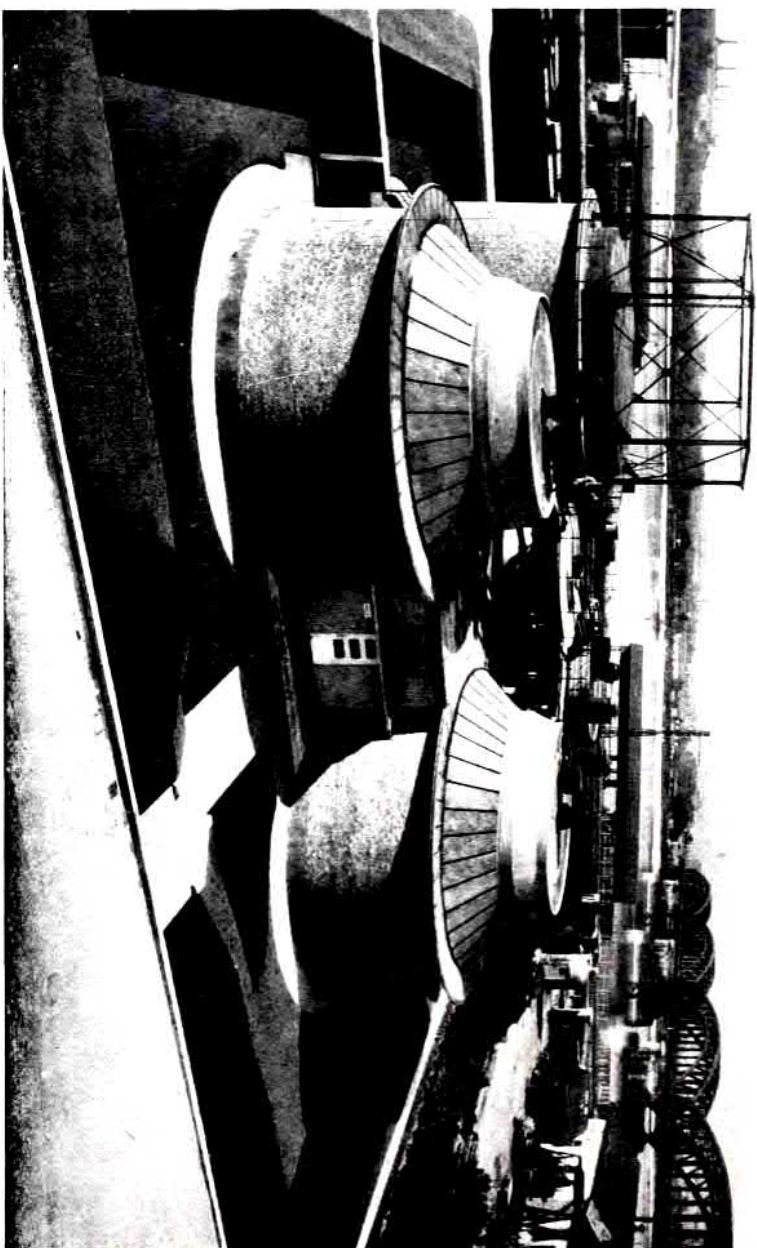
Korszeti nagyvar asanyolajmotorja (Krakledegi).



Magyar ammóniagyár (ammónia szintézis).



Magyar salétromsavgyár (ammónia oxidáció).



Magyarországi szennyvíztisztító-gázfejlesztő berendezés.

tartályokban vagy tankkocsikban szállítani. Azok a háztartások vásárolják a propánt és butánt, amelyek a gázt és villanyt szállító vezetékektől távol épültek. Kisebb amerikai városokban a propánt és butánt levegővel is keverten szállítják a fogyasztókhoz, a megszüntetett üzemű széngázgyár hálózatán. Ahol eddig olajgázzal karburált vízgázt szállítottak a gázgyárak a fogyasztóknak, ott az olajgáz helyett propánnal és butánnal igyekeznek a karburálást végrehajtani. A propánnak 22.700, a butánnak pedig 28.500 kg kalória a melegfejtőképessége  $m^8$ -ként. A propán- és butánfogyasztás egyre nagyobbodik, 1927-ben az Egyesült Államokban még csak 3'8 millió liter folyékony propánt és butánt fogyasztottak, 1932-ben 126 millió, 1940-ben már 1100 millió litert.

Vegyszerekké és polimer-benzinné a krackgázaknak ezidőszerint még csak kis részét dolgozzák fel Amerikában. A termelés nagyobbik hányadát *eltüzelik*, mégpedig vagy maguk a finomítóüzemek, vagy azok az iparvállalatok, amelyeknek a gázt fűtési, esetleg világítási célokra eladják. A krackgáz nagyon értékes fűtőgáz, mert melegfejlesztőképessége nagyobb a legjobb minőségű földgázénál is, köbméterenként átlag 12.500 kalória. Még az Egyesült Államok tüzelőszergazdálkodásában is jelentős tétel a krackfűtőgáz, jóllehet az évi földgáztermelés az évi 50 milliárd  $m^8$ -t is túlhaladja. A petróleumipar évi 8'5 milliárd  $m^3$  krackgáztermelése nemcsak egyes városok gázgyárainak támaszt versenyt Amerikában, hanem — helyenként — még a földgáznak is. A krackgázt vagy közvetlenül tüzelik el például egyes iparvállalatok, vagy háztartási célokra szolgáló gázakhoz elegyítik.

### *Szénolajok gyártása.*

A petróleumfeldolgozás korszerű fejlesztésében a német tudomány — mert Németországban nincsen számottevő nyersolajelőfordulás — jóformán semmiféle tevékenységet nem fejtett ki. Annál jelentékenyebb azonban az a munka, amelyet a petróleumtermékek helyettesítésére vonatkozóan végeztek. Ma már évente több mint 100.000 vágón benzint készítenek szénből, vagy szénből termelt gázakból.

A szén ugyanis önként kínálkozik petróleumszerű termékek előállítására, mivel az ásványolajéval rokon vegyületekből áll. Mindkét anyag tulajdonképpen különböző szénhidrogén vegyületek bonyolult összetételű elegye, mindössze azzal a különbséggel, hogy a petróleum szénhidrogénjeiben arány-

lag több a hidrogén. Ha tehát *a szenet* alkalmas módon *hidrogénnel egyesítjük*, petróleumszerű, folyós szénhidrogéneket kell nyernünk. Az erre vonatkozó eljárások tudományos alapjai már régóta ismeretesek: *Berthelot* francia és *Ipatiew* orosz tudós, valamint *Sabatier* francia egyetemi tanár alapvető kísérletekkel tisztázták a petróleumszerű folyós szénhidrogének előállításának elvi lehetőségeit. A gyakorlati és nagyipari megvalósítás a német technika leleményességét és kitartó munkáját dicséri.

Az ú. n. „Bergius-I. G.“-eljárás nehéz kátrányolajjal péppé alakított szénport hidrogénezzel 200—300 atm. nyomáson 460—480°-nyi hőmérsékleten molibdén-, ill. wolframkatalizátor jelenlétében. Az eljárás első részében a szénpor főtömege kátrányszerű anyaggá folyósodik s ennek közepolajpárlatát hidrogénezzel tovább — gőz alakjában — jóminőségű benzinné. A „Fischer—Tropsch“-eljárás, vagy „kogaszin-szintézis“ néven ismert módszer a szenet előbb teljesen gázzá alakítja s ezt a szénoxid- és hidrogéntartalmú gázelegyet egyesíti folyós szénhidrogénekké. Kőszénből, ill. kokszból szénmonoxidot és hidrogént tartalmazó gázelegyet készítenek s ezt különleges tisztítóberendezésekben, főként a kénvegyületektől megszabadítva, hatalmas vasszekrényekben, nyomás alkalmazása nélkül, thorium-oxidos kobaltkatalizátor jelenlétében 230°-nyi hőmérsékleten szénhidrogénekké egyesítik. Az eljárás tulajdonképpen mesterséges petróleumot eredményez, melynek termékei között a természetes (paraffinbázisú) ásványolaj összes alkatrészei megtalálhatók.

A két eljárás nem versenytársa, hanem kiegészítője egymásnak. A Bergius-eljárás nyersanyaga a szén és a kátrány, amelyből főként jóminőségű benzint állít elő; a Fischer-szintézis nyersanyaga a koks, illetve a szénből készített gázok, termékei közül pedig elsősorban a gázolaj és kenőolajok értékesek. Ezekkel a módszerekkel *Németország* ma már állítólag több millió tonna szénolajat állít elő évente. Példáját több más állam is követte (*Anglia, Olaszország, Japán* stb.), melyek kisebb mértékben bár, de szintén hazai szénkincsből igyekeznek folyós szénhidrogéneket előállítani és ezzel az országuk területén alig előforduló nyersolajat pótolni. *Magyarországon*, hazai eljárás alapján létesült egy kísérleti üzem (Péti Hidrobenzin r.-t), mely barnaszén kátrányából, kéntartalmú katalizátor segítségével, folytonos üzemű készülékben, nagynyomású hidrogénezéssel állított elő jóminőségű benzint. A hazai olaj termelés örvedetes fejlődése természetesen csökkentette az eljárás időszerűségét.

## A LEVEGŐ, MINT NYERSANYAGFORRÁS.

Nyersanyagaink fogalomkörébe újabban mindinkább beleszámít a levegő és sok nemzet számára a tenger is. A levegő és a tenger olyan anyagokat rejtenek magukban, melyek részben már ma is gazdaságosan termelhetek ki belőlük, részben a jövő gazdálkodásában látszanak fontos szerepet játszani.

### *A nitrogén értékesítése.*

Sajátságos véletlene a sorsnak, hogy *a levegő kémiai és fizikai meghódítása* mennyire egymáshoz közeleső esztendőekben kezdődött meg. A repülés első komoly kísérletei egybeesnek a *levegő nitrogénjének* sókká történő átalakításával és a tudományok fejlődésének azzal az időszakával, amelyben a levegőt nagyüzemben sikerült folyósítani és egyes alkatórészeit egymástól elkülöníteni. A levegő főtömegét alkotó, közelítően 79 térfogatszázalék nitrogén és 21 térfogatszázalék oxigénből (a kis mennyiségben jelenlévő egyéb alkatrészekről eltekintve) még csak a nitrogénnek van a nyersanyag-gazdálkodásban jelentősége. De csak a század eleje óta, amikor híre járt, hogy a chilei salétromtelepek néhány évtized múlva kimerülnek. Az első hajórakomány chilei salétrom 1825-ben jutott Európába. Egész mennyiségében a tengerbe dobták, mert senkinek sem kellett. Később keresni kezdték, majd egyre nagyobbodott a fogyasztás, amely 1917-ben érte el a maximumot, 3 millió tonnát.

Még 50 esztendeje sem volt a chilei salétrom használatos, a franciák már pályátételt tűztek ki a salétromnak levegőből történő előállítására. *W. Crookes*, Anglia híres vegyésze 1898-ban a szintetikus salétromgyártást a jövő generáció élet-halálkérdésének minősítette. Ez is lett a helyzet, mert a salétromsav és vegyületei mind a robbanószert gyártó iparnak, mind pedig a mezőgazdaságnak nélkülözhetetlen anyagai lettek. A levegő nitrogénjét nagyobb arányban elsősorban 1895-ben sikerült bárium-, majd később kalcium-karbiddal *cian-amiddá* megköttetni. 1901-ben a kalcium-cianamidot már műtrágyának javasolták felhasználni, mert ismeretes volt, hogy a talajnedveség ammóniát szabadít fel belőle. Az eljárás kiaknázására épült is néhány gyár, főként Németországban és a világháború alatt Erdélyben (Dicsőszentmárton) is. A norvégek *Rirkeland* és *Eyde* mérnökök eljárása szerint — vízierőműtelepeikkel előállított olcsó elektromos áramukat értékesítendő — a levegő nitrogénjét *az elektromos lángok 3000°-nál is nagyobb*



*hőmérsékletén égették el nitrogénoxiddá*, végső eredményben salétromsavvá. A világháború alatt maga a salétromsav és a belőle mészkővel előállított „norvég salétrom“ keresett és jól megfizetett kiviteli cikkei lettek Norvégiának.

Az előbbi eljárások egyike sem tett a gazdasági életben, sőt a világtörténelemben olyan nevezetességre szert, mint a *Haber—Bosch-féle ammóniaszintézis*, amellyel az akkori technikai kémia egyik legszebb álmát sikerült megvalósítani. Századunk elején a levegő nitrogénjét ammónia alakban megkötni, tehát hidrogénnel egyesíteni azért is kívánatos volt, mert ismertük már azt az eljárást, amellyel az ammóniát a legjobb hatásfokkal lehetett salétromsavvá oxidálni. Küzdelmes előtanulmányok után a Németországban 1912-ben megépített kísérleti üzem eleinte csak napi 25 kg, később már napi 100 kg szintetikus ammóniát tudott előállítani. 1913-ban már gyár épül Oppauban, majd a háború alatt Merseburgban. Ennek a két gyárnak a termelése tudta a világháború alatt elsősorban meghosszabbítani a német katonai ellenállást, hiszen az entente-hatalmak arra számítottak, hogy chilei salétrom hiányában a német vegyészeti ipar csak rövid ideig fog tudni robbanószerkeket gyártani. (A fegyverszünet alkalmával az entente hadvezetősége ezt a két titokzatos üzemű gyárat szakembereivel töviről-hegyire átnéztette.) 1913-ban a német mezőgazdaságnak és iparnak még csak évi 200.000 tonna kötött nitrogénre volt szüksége, 1933-ban az épített gyárak teljes foglalkoztatottsága mellett 1'5 millió tonnát is előállíthatott volna. Az ammóniaszintézis gyártási titkának leleplezése után a német ipari érdekeltségek nemtetszése mellett, az ammónia szintézisen alapuló műtrágyagyártás néhány esztendő alatt annyira elterjedt a világon, hogy a chilei salétromtermelés 1936/37-ben az 1917. évi maximális termelésnek felére csökkent. Az ammóniaszintézis hatalmas árcsökkenést idézett elő a nitrogén-műtrágyák árában. Egy-egy szintetikus nitrogén-műtrágyát előállító gyár egyúttal fontos hadiüzem is, mert salétromsavat gyárt a robbanószeripar számára. Magyarország Pétfürdőn építettett műtrágyagyárat, a Nitrogén Engineering Corp. eljárása szerint.

#### A „nemes“ gázok.

Mihelyt *Linde-nek* cseppfolyósítania sikerült a levegőt és utólag elkülöníteni egymástól az oxigént és nitrogént, önként adódott a levegőben igen kicsiny mennyiségben foglalt, úgynevezett „nemes gázok“, elsősorban a neon, argon, krypton és xenon előállításának problémája is. Van ugyan a

levegőben *hélium* is, de csak 0.0005%-nyi mennyiségben, tehát jóval kevesebb, mint egyes földgázféleségekben, amelyekben 1%, sőt néha több hélium is van. Jelentős héliumtartalmú földgázokat ezidőszert csak Amerikában találtak. A termelés állami gyárak feladata, amelyek évente alig 5000 m<sup>3</sup>-nyi héliumot bocsátanak csak a tudomány és az ipar rendelkezésére, a többi mind léghajók töltésére használják. Egy ízben kivételesen engedélyt adott Amerika a Zeppelin számára hélium kivételére, az engedélyt azonban időközben visszavonták. Németország természetesen mindent elkövet, hogy a héliumot levegőből is előállíthassa, de mérnökei tudják, hogy ezt a gázt csak igen-igen sok költséggel sikerülhet a levegőből elkülöníteni. Minthogy egy-egy újrendszerű Zeppelin-léghajó megtöltéséhez 250.000 m<sup>3</sup>-nyi héliumra van szükség, egy m<sup>3</sup> hélium előállítására pedig 200.000 m<sup>3</sup> levegőt kellene folyósítani, könnyen kiszámítható, hogy egy léghajó megtöltésére 50 milliárd m<sup>3</sup> levegőt kellene feldolgozni. Ehhez a ma rendelkezésre álló német gyáraknak 20—30 esztendei munkája volna szükséges. Lényegesen kedvezőbb gazdasági feltételek mellett tisztítható meg az az aránylag kicsiny mennyiségű hélium, amely a jelenleg működő levegőt folyósító üzemek melléktermékeként keletkezik. Erre a héliumra a világítótechnikának a fehér és sárga héliumfény előállítása végett, a gyógyításnak pedig a légzőszervek megbetegedésének és az asztmának kezelésére van szüksége. Újabban a bűvárok számára mesterséges összetételű levegő készítésére is használnak héliumot, hogy légemboliát ne kapjanak az esetleges szükséges gyors felzárással kapcsolatos nyomáscsökkenés következtében.

A levegő többi, ú. n. nemes gázait mind a *világítótechnikában* való használhatóságuk miatt állítják elő. Legrégebben, 1914 óta *argont* különítenek el a levegő nitrogénje mellől, hogy ezt a nitrogénnél is közömbösebb, egyatomú és a hőt rosszul vezető gázt izzólámpák töltésére használják. Valamennyi nemesgáz közül az argon előállítása a legegyszerűbb, mert közel 1%-nyi mennyiségben van a levegőben, tehát közel 600-szor több, mint a neonból, 2000-szer több, mint a héliumból, 9000-szer több, mint a kryptonból, és 100.000-szer annyi, mint a xenon mennyisége. Argont hazánkban is állítanak elő. Neon 00016%-nyi mennyiségben van a levegőben, tehát háromszor annyi, mint hélium. Főtömegében világítócsövek töltésére, fényreklámok előállítására használják. Tüzes-vörös színét higanygőznyomokkal és argon-adagolással kékké változtatják át, utóbbit pedig szűrőhatású üvegekkel zölddé. *A kryptont és xenont* legújabbán izzólámpák töltésére használják, mert erre a célra az argonnál lényegesen jobbak, lévén jelentéke-

nyen kisebb a melegvezetőképességük, mint az argoné. Krypton-töltés mellett tehát kisebb lehet a lámpatérfogat, mint argontöltéssel. További előnye a kryptonnak (atomsúlya 84) és xenonnak (atomsúlya 131), hogy atomsúlyuk nagyobb lévén az argonénál (40), ha velük töltjük meg az elektromos izzólámpákat, a wolfram-izzószál elgőzölgése is csökken és ennek következtében 80°-kal nagyobb izzószálhőmérsékletet valósíthatunk meg a lámpában. A nagyobb izzószálhőmérséklet révén fehérebb fényt sugározthatunk a lámpából, mint kryptontöltés nélkül. Amíg 1933-ig a krypton- és xenon-előállítást illetően a két gáz felfedezőjének, *Ramsaynek* az utasításait követték — szaggatottan lepárolni a folyékony levegőt —, 1 liter kryptongáz 50.000 pengőbe, 1 liter xenongáz mintegy 64.000 pengőbe került. Sikerült azonban az utóbbi esztendőben egyszerre két olyan eljárást is kidolgozni, amelyik folyékony levegővel sokkalta jobb hatásokkal teszi a két gáz előállítását lehetővé. Ez a két eljárás a gázok árát, eddig példanélküli árzuhanással, az eredeti árak tízezredrésszére csökkentette. Krypton-gyár Ajkán is létesült, az Egyesült Izzólámpagyár szükségletének ellátására. Ezzel a főtermékként kryptont előállító gyárral *hazánk az egész világot megelőzte*.

Alig három évtizede, hogy a levegőnek kémiai nyersanyagként való felhasználása megkezdődött és máris szerepet kapott annak minden egyes elkülönített alkotórésze a gyakorlatban. Talán nem hiú ábránd arra gondolni, hogy a levegőnek, ennek a mindenki számára hozzáférhető olcsó nyersanyagnak még inkább növekszik a jelentősége az elkövetkezendő évtizedekben.

## A TENGER SZOLGÁLTATTA NYERSANYAGOK.

Még a levegőnél is fontosabb nyersanyagként kínálkozik a *tengerek állatvilága és növény-, valamint sótartalma*. Tengerkutató expedíciók munkáiból következtethetjük, hogy a tengereknek ásványi, növényi, sőt állati nyersanyagot szolgáltató hasznosítása még *csak a kezdet kezdetén van. Ügy, mint a levegő, a tengervíz is egyre több és fontosabb nyersanyagot szolgáltat.*

### *Tengeri állatok.*

A tengervíz *halállománya* egyre inkább ipari nyersanyag is és nemcsak élelmezési cikk. Nemzetgazdasági szempontból egyforma jelentőségű ugyan a tenger nagy emlőseinek és a partközeli kis halaknak a halászata, de nem-

zeti szempontból már nem, mert a bálna- és cetfogást egyrészt nemzetközi egyezmények szabályozzák, másrészt ellenséges hadihajók ténykedése zavarhatja. Békés időkben azonban igen nagy jelentősége van a bálnák és cetek vadászatának, mert nemcsak szalonnájuk, hájuk és csontjuk hasznosítható, hanem húruk, bőruk, inuk, vérük, szilájuk, ámbrájuk és belsőrészeik is. Amíg régente mindössze csak 20%-át hasznosították ezeknek a nagytestű állatoknak (szalonnájukat), az újabb idők fejlettebb kémiai és technológiai ismeretei, az állatok víztartalmát nem számítva, a 100%-os hasznosítást engedik megközelíteni. Ennek az eredménynek az elérésére új gépeket kellett szerkeszteni és külön olvasztó-, meg főzőkatlanokban hevíteni az Olajban dús szalonnás részt, meg a sok vizet tartalmazó tüdő-, máj- és húsos részeket. 100 kg cetszalonnából a német gyárak újabban már 65 kg olajat és 12—16 kg rostanyagot tudnak készíteni. A zsírból zsírkeményítő eljárással, hidrogénezéssel, túlnyomórészt ételzsírokat (margarint), szappanokat, glicerint, sztearint és oleint készítenek, de felhasználja a halzsírt és olajat a linóleum-, enyv-, bőrkészítő- és mázolóipar is. A csontokból zselatint készítenek és ami a zselatinkivonás után visszamarad, azt őrölt állapotban állati tápszerekhez keverik, vagy műtrágyává dolgozzák fel. Az ámbrás cetek spermaceti-olajából szappanokat, gépolajat készítenek, a húsból (amit nem fagyasztanak meg és nem pácolnak be) húskivonatot, húslisztet, a vérből állati takarmányul szolgáló vérlisztet, az inas részekből rostot és húrokat, a halbőrből *bőrárut*, a *belső részekből vitaminokat meg hormonokat* készítenek, illetve különítenek el. Legújabban német halfeldolgozó üzemek számára már olyan gépeket is szerkesztettek, amelyek a halak víztartalmát is hasznosítják, hal-húskivonatok készítésére.

Amíg a nagytestű halak a táplálkozás szempontjából csak kisebb és közvetett jelentőségűek, a *kistestűek* fontos, fehérjékben dús és lecithin-, meg A- és D-vitamintartalmú élelmiszerek. Felhasználásuk világtájuk szerint változó, nemcsak a fajtakülönbség, hanem a gazdasági helyzetek különbsége miatt. A német vegyészlet természetesen éber figyelemmel kíséri, hogy milyen eredményt érnek el más országokban. Kistestű halak élelmezésre fel nem használt maradványait halliszt, guanó, halolaj, halenyv, halbőr és újabban hal-gyapotanyag előállítására használják.

Hallisztet 35 gyárban állítanak ezidőszert elő Németországban, mintegy évi 200.000 tonna halból és halhulladékból, a német nyílttengeri és partihalászat évente kifogott állományának közelítően egyharmadából. Miután a hal-nyersanyagot megtisztították, megfőzték és a halolajat elkülönítették

belőle, a főzetet leszűrjük, megszáritják és lisztté őrlik. A halliszt egyre jobban értékelt takarmány, mert sok fehérje mellett, a táplálkozásra fontos ásványi sókat is tartalmaz. Különösen a hizlalandó állatok táplálékába keverik. 1933-tól 1937-ig a német halliszttermelés évi 20.000 tonnáról 60.000 tonnára nagyobbodott. A német mezőgazdaságnak állítólag megegyeszerannyi hallisztre volna szüksége, mint amennyi a jelenlegi termelés.

A *halguanónak*, ennek a konyha- és virágkertészetben előszeretettel használt, 5—10% kálivegyülettel besózott, párolt, majd őrölt hulladéktrágyaszernak, a levegőből előállított műtrágyák készítése óta egyre kisebb a jelentősége, de a fogyasztók még ragaszkodnak a használatához.

Sokkal nagyobb jelentősége van a *halolajoknak*. Amerikában, Kanadában és Japánban, az ottani tengerben élő menhad-halakból már régóta tudnak a szardíniaolajjal egyenértékű, emberi táplálékul felhasználható, szagtalan halolajat előállítani. Újabb amerikai közlések szerint már egyéb halakból is tudnak szagtalan halolajat készíteni, amelyet már egymagában is felhasználhatnak alapmazak, fedőmazak, világosszínű, sőt teljesen fehér lakkok előállítására is. Németország is törekszik arra, hogy szagtalan halolajat készíthessen, mert az eddig gyártott heringolajat csak szappankészítésre, bőrszírozásra, meg gépszírnak használhatták.

*Halenyvet* a halak fejrészeiből és halbőrhulladékból állítanak elő gőzöléssel. Kitűnő ragasztószer, amelyet a papíráru- és a dobozkészítőipar használ ellőszeretettel. Németország sokáig külföldről hozatta a halenyvet, majd Hamburgban létesült egy gyár. Az új gazdálkodási szervnek megfelelően két újabb gyárat is építenek.

*Halpikkelyekből* eddigelé csak pikkely-kivonatot, ú. n. gyöngykivonatot készítettek gyöngy- és gyöngyházfény-utánszerek előállítására. Jelenleg azon kísérleteznek, hogy a gyöngycsillámot a pikkelyektől elkülönítsék és a pikkelyeket egyes szaruszerű műanyagok készítésére hasznosítsák. Amióta a kémia a *halfehérje* elkülönítését megoldotta, a sütőipar fehérjeszükséglete halfehérjével is fedezhető. Halfehérje használatával évi 400 millió darab tojás megtakarítására törekszik Németország.

Egyre nagyobb a *halbőrök* jelentősége is, jóllehet az első használható halbőrt csak a világháború alatt állította elő egy könyvkötő tőkehalból (fürtfogó halból). Azóta már pontyokból, gadócokból is sikerült gazdaságos cserzőeljárásokkal, a csúszómászó állatokéval egyenértékű, kesztyűk, cipők, tárcák, bőrovek, szíj jak készítésére felhasználható halbőröket készíteni.

### *A tenger növényei.*

*A tengeri növények, moszatok, algák* értékesítésének kérdése még távolról sem annyira megoldott, mint a hal-nyersanyagé. Franciaországban, Japánban és Skóciában ugyan régtől fogva termelnek *jódot* a tengerparti „tongák” elégetése után visszamaradó hamuból, de újabban már kevésbé gazdaságosan, mint régebben, mert a chilei salétromfinomító gyárak a jódsókat melléktermékként nyerik. Ezért a tongákat feldolgozó államok vegyészei arra törekcsenek, hogy a jódsókat az algák szerves anyagának elpusztítása nélkül kioldják a növényekből. Egyidejűleg a kutatók egész serege foglalkozik az algafajok életmódjának és felhasználhatóságának tanulmányozásával. Megállapította a tudomány, hogy az algák három főcsoportja, a zöld, a vörös és a barna algák közül a barnák a legelterjedtebbek. Kimutatták, hogy ugyanazon a helyen élő algaféleségekben a nyári hónapokban legnagyobb a jódtartalom. A vizsgálatok azt is megállapították, hogy a tengeri algák, a nyersanyaggazdálkodás szempontjából, inkább a bennük lévő szerves anyagok, mint a szervesetlen sótartalmuk (bromidok, jodidok, foszfátok) miatt figyelemre méltók.

Kevés fehérje, festék és cellulóz mellett, az algák vízben oldhatlan szerves anyagának *alginsav* a főtömege, amelyet kisebb mennyiségű mannit és egyéb anyagok kísérnek. Az alginsavat viszkózus növényi enyvek és textilipari appetúra-anyagok készítésére használják. Sokkal hatásosabb, mint a keményítő-készítmények. Jól beváltak az alginátok cukoroldatok derítésére is. Használ már alginsavat a kaucsuk- és latexipar, a szappanipar, sőt átlátszó lemezekké is feldolgozzák. Egyre behatóbban kísérlik meg textilanyaggá is feldolgozni a tengeri algákat, mert az algin-viszkóz könnyen fonható. Újabb japán közlések szerint tengeri algákból kiválóan erősszálú műselyemszálát sikerült fenni. Az angolok ugyancsak nagy felkészültséggel tanulmányozzák a tengeri algák feldolgozására alapozott műselyemgyártást. Anynyit már megállapítottak, hogy az algákat tavasszal kell a tengerből kihalászni, mert akkor kétszerannyi (30%) az alginsavtartalmuk, mint ősszel.

*Mannitot* július és augusztus hónapokban tartalmazznak legtöbbször az algák, mintegy 17%-ot. Ez a cukorszerű anyag még igen drága ahhoz, hogy elterjedten használhassa az ipar, pedig egyes esetekben, pl. az ú. n. gilyptalakkok készítésében helyettesíthetné a glicerint. A gyógyászat és a bakteriológia is felhasználja, továbbá brjzans hatású robbanószer, a hexanitromannit is készíthető belőle.

Japánban egyes tengeri algákat már régóta elterjedten használnak *élelmi-szernek*. Ausztrália is arra törekszik, hogy a partjai közelében tenyésztő közel 5000 különböző algaféleségből kikerestesse a tápláléknak, vagy takarmánynak legalkalmasabbakat. Mint takarmány, az algaféleségek, a fehérje- és polysaccharidtartalom mellett, már csak azért is alkalmasak, mert csaknem valamennyi fiziológiailag hatásos só, még a ritka fémeké is, megvan bennük. Ezeknek a sóknak az emberi és az állati élet fenntartása szempontjából még csak most kezdjük a fontosságát megismerni. Tudjuk róluk és a fémvegyületekről, hogy évezredek csapadékvize mosta ki őket talajainkból és vitte be végeredményben a tengerekbe, ahol az algákba jut jelentékeny részük. Az algatakarmanyozaástól a német nyersanyaggaazdálkodás is sokat vár.

### *Ásványi sók a tengerben.*

*Ásványi sót*, mintegy 32-félét tartalmaz a *tengervíz*, de összesen csak 3'5—3'8%-nyi mennyiségben. A sótartalom túlnyomó része *konyhasó*, amelynek a kitermelésére a sóban szegény déleuropai államok és Amerika is sok helyütt létesítenek tengerparti ú. n. sókerteket. Ezekben a nap heve párologtatja el a tengervizet, amíg étkezésre is felhasználható só válik ki belőle. Helyenként kazánokban főzik be a nap melege által részlegesen besűrített tengervizet. Svédországban a tengerisó-termelés egészen új módszerével, az oldatok fokozatos megfagyasztásával, kísérleteznek. A tengervizet úgy hűtik le, hogy sótalan jég fagyjon ki belőle, amelyet eltávolítanak. A visszamaradó, fokozódott sótartalmú vízzel ugyanezt cselekedve, tömény sóoldathoz jutunk. Ez az eljárás a hideg időjárású államokban állítólag olcsóbb, mint a tüzelőszert felhasználó befőzés.

*Brómot* a tengervíz magnéziumbromid-tartalmából ezidőszerint még csak egyhelyütt termelnek, Amerikában, Kure-Beach-ben. 1928-ban még nem volt a brómtermelés gazdaságos, mert a tengervíz csak 70-ezred grammot tartalmaz literenként. Amikor azonban megállapították, hogy az ethylénbromid kopogástól mentes benzinelégést előmozdító szer,\* sok brómot kezdett az ipar ethylénbromid gyártásra fogyasztani, a bróm drágulni kezdett, a termelés pedig gazdaságossá lett. 1938-ban már mintegy napi 10.000 kg volt a brómtermelés, amelyet már napi 20.000 kg-ra növeltek azóta. A Kure-beachi telep percenként 500 m<sup>3</sup> tengervizet dolgozik fel brómra akként, hogy

\*) Az u. n. „etilfluidnak“, a motorbenzin kompressziótűrését javító adaléknak lényeges alkotórésze.

a tengervízből klórgázzal szabadítja fel a brómot. Németországot nem érdekli egyelőre az előállításnak ez a módja, mert a stassfurti östengeri sólerakódásokat feldolgozó üzemek, a gyártás véglúgjaiból olcsóbban termelik a brómot.

Gondosan végrehajtott vizsgálatok megállapították, hogy a tengervízben, bár csak kismennyiségben, *rubidium*, lithium, arzén, ré?, cink, szelén, urán, thorium, cézium, molibdén, vanádium, ezüst, nikkel, arany és rádiumvegyületek is vannak. A tengerfenék iszapjában helyenként nagymennyiségű *mangán* előfordulásra, másutt *nitrátok* és *foszfátok* jelenlétére bukkantak. Igen nagyjelentőségű az óceánográfiai vizsgálatoknak az a fejezete, amely a tengerfenék fölött lebegő agyagos iszapban, 1200—1800 m mélységek között, nagymennyiségű *rádiomot* talált, lényegesen többet, mint amennyi a szárazföldi kőzetekben van. A tenger fémsói közül, ezidőszerint a rézszű-termelés érdekli legjobban a gyakorlatot és az angol vegyészek figyelmét máris felhívták arra, hogy foglalkozzanak a tengervíz réztartalmának kinyerésére alkalmas eljárások tanulmányozásával. Nem lehet távoli az az idő, amikor a tengervíz bróm- és jódtartalma mellett a fontosabb fémsók termelése is megkezdődik.

**A** tengerek állati, növényi és ásványos nyersanyagkincse a jövő emberének bizonyára igen nagy szolgálatot fog tenni.

### HULLADÉKOK HASZNOSÍTÁSA.

A körültekintő nyersanyaggazdálkodás egyre nagyobb súlyt vet a *hulladékok* és az *elhasznált* iparcikkekben foglalt értékes nyersanyagok visszanyerésére és ismételt felhasználására. A kémiai ipar eleinte csak a saját hulladékanyagainak az értékesítésére törekedett, a papírgyárak papírt, a gumigyárak gumit, az üvegyárak tört üveget stb. gyűjtettek, de később már áttért más iparok, községi és háztartási üzemek hulladékainak feldolgozására is. Elsőnek az enyv- és zselatingyártás rendezkedett be már a múlt század közepén hulladékértékesítésre és ezen az alapon tudott, a kisipari méretben üzött enyvfőző-üzemeket megsemmisítve, nagyiparrá terebélyesedni. Az iparosodás és a javak termelésének állandó fokozódása következtében egyre több ipari hulladék keletkezik és gyülemlik össze. Egyre nagyobbodik a kohóüzemek szállóporának, salakjának, a régi salakhányóknak, a korszerű ércdúsító eljárások és egyes bányászati és kohászati iparok melléktermékeinek, vagy hulladékainak közgazdasági jelentősége.



### *Fém tartalmú hulladékok.*

*Kohósító eljárásoknál* a nyersanyagveszteség túlnyomó hányada a kohót elhagyó *torokgázokban* és a *salakokban* van. Ennek a két hulladéknak a fém tartalma természetesen nagyon változó, nemcsak az érc összetételének, hanem annak a kohósító eljárásnak is függvénye, amelyet a feldolgozásra legalkalmasabbnak tartunk. A termelt fém pora mellett a szállópor többnyire cink-, arzén-, antimón-, ólomvegyületeket és sokszor kevés ezüstöt is tartalmaz, néha még nemes fémek vegyületeit is. Elektromos hatású szűrőkkel a kohógázok csaknem összes szállóporát össze lehet gyűjteni és a port fémekké feldolgozni.

Tekintélyes mennyiségű fém foglaltatik a *salakokban is* és ezért a korszerű kohósítás arra törekszik, hogy a fémet minél kevesebb salaktermelés mellett nyerje ki érceiből. Amíg a salakkeletkezést csak tapasztalaton alapuló kohászati tudás szabályozta, gyakran előfordult, hogy hányókra jutott az értékes anyagot tartalmazó salak is. A rómaiak idejéből ismeretesek olyan ólomsalak-hányók, amelyek ezüsttartalmának a kinyerésére üzemet létesítettek. Találunk azonban a régi népek tudására vonatkozóan az előbbivel ellentétes bizonyítékot is. A délspanyolországi ókori rézművek salak-hányóiban pl. jóval kevesebb a réztartalom, mint a középkori üzemek megmaradt salakjában. A salakhányók anyagának tüzetes megvizsgálása többhelyütt jelentős mennyiségű értékes anyaghoz juttathat. Egyes németországi meggen-i pörkölt piritek hányóra vetett cinktartalmú maradékából a siegerlandi kohó úgy kap cinkvegyületet, hogy a pörköt nagyolvasztóban vassá kohósítja és a cinktartalmat oxidalakban a torokgáz szállóportartalmából különíti el. A meggeni hányó mintegy 1 millió tonnányi pirit-pörkje hatalmas cinknyersanyagraktár, maga a kohósító eljárás pedig azért nagyjelentőségű, mert feldolgozhatóvá teszi a cinktartalmú piriteket is, amelyeket eddig azért nem kerestek a kénsavgyárak, mert kéntartalmukat nem tudták olyan jó hatásfokkal kiüzni, mint a cinkmentes pititekből. Találtak már megoldást a cinktartalmú ólomércek kohósításának salakmaradékára is. A németországi Okerben pl. a salakot megolvasztják, majd levegővel fűtatott izzó kokszerétegen csorgatják át. A légáram oxidszálladék (szállópor) alakjában úzi ki a cinket a salakból. Egyes vasművek salakjából titándioxid különíthető el, a witkowitzi vasművek salakjából pedig vanádiumsavat állítanak elő.

A gyakorlat az ipari hulladékanyagoknak nemcsak azokat a részeit igyekszik kitermelni, amelyek néhány százaléknyi mennyiségben vannak jelen, hanem *egészen kismennyiségű fémeket is*. A mansfeldi rézpalák feldolgozásánál a hányóra került salakokból és az ú. n. „medvékből“ évente 200 kg-nyi *rheniumot és galliumot* termelnek, 4 millió pengő értékben, jóllehet a két fém gyakorlati alkalmazásának lehetőségei még csak a tanulmányozás állapotában vannak. A rheniumot magas olvadási hőmérséklete és csekély porlódása miatt izzólámpaszálak előállítására használják, a galliumot fotocellák, pirométerszálak készítésére. A jövőben talán fogplombákat is készítenek galliumból, mert nemcsak ártalmatlan anyag, hanem a szájúreg minden kémiai és egyéb hatásának is ellenáll.

Az ipari hulladékanyagok közül legalábbis az elméleti nyersanyag-gazdálkodás egyre nagyobb súlyt vet a *szénhamukban rejlő fémekre*. Ezek a fémek mind abból a növényzetből származnak, amelyből a szén keletkezett, de az azonos korú szenekben sem egyforma mennyiségűek és minőségűek, mert a talajvíz-átszivárgás a környező kőzetekből fémvegyületeket rakott le a szenekbe. Németország szenei közül a legtöbb és legértékesebb fém az alsósziléziai és westfáliai szenek hamujában van.

A hamuban tonnánként

|  |       |          |
|--|-------|----------|
| 27 kg kobalt, nikkel, molibdén, króm és vanádium van | 110 P | értékben |
| 19 0 kg ólom, cink, arzén, ón .....                  | 8 P   | „        |
| 60 gram arany, platina, palládium, ezüst .....       | 6 P   | „        |
| 70 kg ritka fém (beryllium, gallium, lanthan) .....  | 120 P |          |

Egy tonna szénhamuban tehát 240 pengő értékű fém van, melyet, ha 50%-os határfokkal tudunk kitermelni, 120 pengő érték marad vissza tonnánként, vagyis olyan összeg, amelyért már költséges kémiai és kohósító munka végezhető. A felsorolt fémek ugyanis közel 3%-át teszik ki a szénhamunak, kohászati szempontból tehát, főként az ólom-, cink- és öntermelésre elég jóminőségű ércelőfordulásnak tekinthetők. A feldolgozás gyakorlati megvalósítása bizonyára tetemes nehézségbe ütköznék, a nehézségek azonban túlnyomórészt kémiaiak és az egyes alkotórészek töményítésénél és elválasztásánál mutatkoznának. Ezidőszerint az a helyzet, hogy a szénhamu fém-tartalmát kitermelni csak a többi, nagyobb mennyiségben jelenlévő alkotórész, az alumíniumoxid és vasoxid együttes hasznosításával lehetne. A szénhamu értékes és nagymennyiségben rendelkezésünkre álló nyersanyag.

amelynek néhány évtized múlva bizonyára jóval nagyobb lesz a jelentősége, mint napjainkban.

A korszerű nyersanyaggazdálkodás egyre nagyobb figyelmet fordít a *fogyasztásból kiküszöbölt hulladékok gyűjtésére* és hasznosítására. Ismeretes, hogy már a világháború előtt is gyűjtötték a vasat és fémeket, a rongyokat, papírt, bőrt, üveget, ölhasznált gumitárgyakat. Németország nagyon is számon tartotta, hogy elhasznált vas- és fémtárgyak, ruhák, papír és gumiholmik gyűjtése és ismételt felhasználása terén az Egyesült Államok mennyivel múlja felül Németországot, jóllehet sokkal több a nyersanyaga. A konzervdobozok *öntalanítását* elsők az Egyesült Államok Oldották és szervezték meg, a rongy- és papírhulladékot meg angol gyárak használták fel először nyersanyagként. Németország is serkentette gyűjtésüket. Az ócska holmi valóban nagyjelentőségű nyersanyagforrás, de hogy hasznosítani is lehessen a termelés számára, ahhoz többféle intézkedésre van szükség. Felvilágosító és propaganda-tevékenység mellett, kedvezményes vasúti tarifával kell a gazdasági szállítást lehetővé tenni és arra törekedni, hogy az értékes fémeket már a gyűjtő egyén maga is előre megadott szabályok szerint osztályozza. Utóbbi meg csakis úgy lehet egyszerűen elérni, ha a fémtárgyakba már a felhasználás előtt olyan jeleket nyomtatnak, amelyekből a tárgy kémiai összetételére vonhatunk következtetést. Elősegíti az okszerű nyersanyaggazdálkodást a szabványosítás is, mert előírja, hogy az egyes használati tárgyak összetétele milyen legyen. (Nagy súlyt vetnek a fogkrémet és kenőcsöket tartalmazó tubusok normalizálására és gyűjtésére, mert évente 4000 tonna önt egyedül a fogkrém-tubusok anyagában használnak el.) *Egyes hulladékokat fegyvenckel* osztályoztat a német állam. Az államvasutak a kasseli fegyház számára különleges gépeket szállított, amelyekkel elhasznált villanylámpák szálanyagát szedik ki a fegyvenckel, továbbá öreg, elhasznált kábeleket bontanak szét. Négy hónap alatt 200.000 kg kábelt bontottak szét és ebből 61.000 kg öntartalmú ólmot, 17.000 kg rezet és 14.000 kg jutát különítettek el. Némelyik regenerált termék használatára viszont a német hatóságok *kényszerintézkedést* is tesznek. A közüzemek pl. a kenőszerszükségletük 10%-át egyszer már használt és újra használhatóvá tett, regenerált kenőolaj alakjában kötelesek átvenni. Ezzel szemben Berlin városa átveszi és a gépkocsiszínekből elszállítatja az elhasznált gépolajat.

Voltak olyan esztendőik, amelyekben Németország több mint 5 millió tonna *vashulladékot* dolgozhatott fel. Ennek a hulladékmennyiségnek 30%-a

vas és acél készáru gyártásakor keletkezett, a többi pedig elhasznált áru volt. Az ócskavas 75%-át Siemens-Martin művekben, 8%-át nagyolvasztókban, 17%-át vas- és acélöntődékekben lehetett hasznosítani.

A *réztermelés* rézzel bevont, vagy réztartalmú hulladékárubból tökéletesen oldható meg, akár 5%, akár 99% rezet tartalmazzon a hulladék. Az ipar egyforma könnyedséggel regenerál rezet bronztárgyakból réz-, cink-, alumínium-öntvényekből, lövedékekből, vagy ózozott réztárgyakból. A hulladékokból termelt réz mennyisége az Egyesült Államokban túlhaladta, Németországban még nem érte el az 50%-ot.

Réz hulladékok mellett *öntartalmú* hulladékok gyűjtését szorgalmazzák a német hatóságok, mert az ón ritka előfordulású, drága fém. Belőle egyedül fogpép, kozmetikai szereket tartalmazó tubusok előállítására több mint 4000 tonnát fogyaszt a német ipar. A tubusokból évente, nagymennyiségű alumínium mellől, többezer tonna ólom-ón-ötövetet lehet nyerni. Az elhasznált és összegyűjtött konzervdobozok felületéről 1300 tonna ónt vonnak le évente Németországban és ezáltal értékes, óntalanított hulladékvasat is kapnak.

Jelentős eredményt értek el az elhasznált *filmek és az ezüsttartalmú fotografiai* fürdők *ezüsttartalmának* a kitermelése terén. Erre a célra berendezkedett üzemek minden 1000 kg filmszalagról 5 kg ezüstöt nyernek vissza. Minthogy Németországban 20—25 millió méterre (20—25.000 km) becsülhető a gyártott filmek hossza, havonta 300—400 kg színezüst visszanyerésére nyílik lehetőség. A lemosott filmszalagot cellulózlakkra dolgozzák fel és az autólakkozó-, ceruza- és játékkészítőiparban használják fel. A fotografiai, elhasznált fixáló o'ldatokból 1937-ben 6000 kg színezüstöt sikerült 9 hónapi gyűjtés eredményeként visszanyerni.

#### *Gumi-, textil-, olaj- és bőrhulladékok.*

A nemfémes iparcikk-hulladékok közül ezidőszert a *gumitárgyak* regenerálásának van a legnagyobb gyakorlati jelentősége. A regeneráló eljárásokat az Egyesült Államokban dolgozták ki, mert az ipar meg akarta törni idegen államok kaucsuk-árdiktatúráját. Néhány esztendei munkának az lett az eredménye, hogy 1927-ben 371.000 tonna nyerskaucsuk mellett 183.000 tonna „regenerálót“ is felhasználtak, tehát az összfogyasztásnak mintegy 30%-a volt használt gumi. Németország csak Hitler kancellár kormányzásának ideje óta foglalkozik erőlyesen gumiregenerálással és egyszere-

rűen megtiltotta az elhasznált gúmitárgyak megsemmisítését. A régebbi regeneráló üzemek működésüket azért szüntették meg, mert a világháborút követő időben zuhant a nyerskaucsuk ára, nem mutatkozott gazdaságosnak a regenerálás. A regeneráló művelet főként az autókerekek gumiköpenyét használja fel és arra törekszik, hogy a vulkanizált gumi *szabad* kén-tartalmát és a töltőanyagok egy részét elkülönítve, a textilanyagot elröncsolja, illetve kioldja s a gumit ismét plasztikussá változtassa. Evégből a gumihulladékokat túlhevített vízgőz, vagy oldószergőzök (esetenként NaOH) jelenlétében hevítik 200 C° körüli hőmérsékleten mindaddig, míg a hulladékok homogén tömeggé hegednek össze. A regenerált gumi mind a nyers, mind a vulkanizált gumitól alapvető sajátságokban különbözik. Többnyire nyersgumival és kénnel keverten újra vulkanizálják. Regenerált és új gumi keverékéből igen jó kerékköpeny készíthető. A gyakorlatban egyre több és egyre jobb regeneráló eljárás lesz ismeretes. 1935-ben közölt adatok szerint a német kaucsukfogyasztás 20—25%-a regenerált gumival volt helyettesíthető, ami 8—10 millió márkányi devízamegtakarítást jelentett.

Textilipari hulladékok közül nemcsak *röngyöket* gyűjtenek ma már, hanem *juta-* és *müse/yemhulladékot* is. A tervszerűen megszervezett gyűjtés állítólag 80 millió márka értékű anyagot szolgáltat vissza az iparnak. A röngyöket egyre inkább a ruhakészítőipar és kevésbé a papírgyárak hasznosítják. Papírkészítésre, röngyadalék helyett, egyre inkább használt papírt fogyaszt az ipar, jóllehet a papírhulladéknak újabban az úgynevezett műanyagipar is nagy fogyasztója. Amióta az újságpapírt finom lisztte sikerült szétfoszlatni, a gumi, linóleum és a különböző műanyagokat sajtoló ipar sok *papírt* fogyaszt töltőanyagoknak.

Hulladék *gépölajokból* és *kenőölajokból* — figyelmes gyűjtés mellett — 85%>-os hatásfokkal termelhetők újabb használatra alkalmas olajok. A Berlin városa által évente mintegy 100.000 liternyi mennyiségben gyűjtött elhasznált olajokból 15%-nyi veszteség mellett 20% benzín és benzol, 30% petróleum, gázolaj és 35% kenőolaj volt regenerálható. Olajregenerálásra úgyszólván minden nagy üzem berendezkedik és nemcsak motorhajtó-, meg csapágyolajat regenerálnak, hanem még a gépmosásra használt, elpiszkolódott pamutból is visszanyerik az olajat. A különböző, használat közben elromlott és elszennyeződött kenőolajféleségekre más és más finomító műveletet alkalmaz a gyakorlat. A nedvességgel, szállóporral szennyeződött transzformátorolajokat pl. különlegesen készített aktív szénnel tisztítják.

*Bőrhulladékoknak* csak aránylag kis részét használják enyv és zselatin készítésére. A jobb minőségű hulladékot gumitejjel vagy más kötőanyaggal keverve többnyire műbőrré dolgozzák fel. Amelyik bőrhulladék erre nem alkalmas, abból lószórt helyettesítő anyagot készítenek, vagy ha a hulladék nagyon silány, megőrlik, linóleumba adagolják és padlózat bevonására használják. Az állati inakból és a bőrök belső felületét borító hártálykból műbeleket készítenek, amelyek a természetes belek némelyikénél jobb sajátágúak.

### *Cellulóz mezőgazdasági hulladékokból.*

A céltudatos nyersanyaggazdálkodás a *mezőgazdaság* és az élelmezési iparok hulladékanyagának teljes hasznosítására is törekszik. *A növényi rostokat* minél inkább a cellulóz gyártására alkalmas nyersanyagok közé igyekezik bevonni, mert a cellulózsükséglet nemcsak a papír, hanem a műselyem- és műszáltermelés miatt is egyre nagyobbodik. Különösen a búza és a rozsszalmát lesz a nyersanyaggazdálkodásnak mind nagyobb érdeke cellulózzá feldolgozni, mert ezek évente állanak rendelkezésünkre, míg a fának több esztendeig kell növekednie, hogy cellulóz- és rostelőállításra felhasználhassuk. A német mezőgazdaság évente mintegy 40 millió tonna szalmát gyűjt össze. Ennek a mennyiségnek 5—6%-a elegendő volna a cellulózsükséglet felének ellátására. Sajnos, a szalma még nem tárható fel gazdaságosan cellulózzá, mert 250 kg szalma csak 100 kg cellulózt ad. A többi 150 kg a feltárási folyadékba jut és abból gazdaságosan eddig még nem volt kivonható és hasznosítható. Németország évente csak 300.000 tonna szalmát dolgozik fel, felerészben tiszta cellulózzá, részben őrlés után mésszel feltárt anyaggá. Utóbbiból nemezipapírt, csomagolópapírt és selyempapírt készítenek. Németországban eddig csak a szászországi és tübingiai kisüzemek tárták fel a szalmát papírgyártási célokra, újabban már papírt és műpamutot gyártó nagyüzemek érdeklődnek a szalma feldolgozása iránt és egymásután építik az erre a célra szolgáló üzemeket, amelyek egyrészt műpamut, másrészt papírgyártás végett készítenek cellulózt és mésszel feltárt szalmaanyagot. Valószínű, hogy, a világ rohamosan növekvő cellulózsükségletét fedező, más államok is reá fognak térni a szalma és egyéb növények szárának cellulózzá való feltáráására. Ezek közül az anyagok közül már sokat próbáltak ki és vidékenként, országonként más-más növények száranyaga lesz cellulózyártásra felhasználható.

*Az élelmiszeriparok hulladékai.*

Fontos nyersanyagproblémája Németországnak a *zsírok és növényi olajok* beszerzése. Ebben a tekintetben még csak 50%-os a belföldi ellátás és ezért a céltudatos vezetés mindent elkövet, hogy a belföldi zsírt adó nyersanyagokat, de különösen a kellőképpen nem hasznosított, olajat adó nyersanyagokat bevonja a fokozottabb termelés kényszerébe. Mindenféle magból *olajat* igyekeznek sajtolni. Még a dohánymagból és marcipángyártásra használt mandulák barna héjából is. Sok reményt fűznek a napraforgómag termesztéséhez, bár egyesek figyelmeztették az illetékeseket, hogy a napraforgó olajtartalma nagyon változik a talaj minőségével és sokkal igényesebb növény, mint ahogy eddig hitték. Még a kiskertek tulajdonosai között is ingyen osztanak szét egyes magfajtákat, hogy szaporítsák az étkezési olaj és olajpogácsák készítésére szolgáló nyersanyagot.

Elősegítik a paradicsomtermesztést az önellátás céljából, mert ennek a magja is jó olajat ad. Olaszországban a konzervgyárak már régen olajat sajtolnak a paradicsommagból. A paradicsom magjának olaja nemcsak salátaolaj, hanem a lenolaj mellé is adagolható és szappangyártásra is alkalmas. Az olaj a magokból nemcsak sajtolással, hanem oldószerekkel is kivonható.

Miként a paradicsom magjából, úgy a *szőlőmagból* is sajtolnak vagy extrahálnak olajat, de előfeltétel, hogy a szőlőhéj és magok ne legyenek penészesek. A magokat éppúgy különítik el a héjuktól, mint a paradicsommagokat. A szőlőmagolajnak a minősége a készítés módjának is függvénye. A hidegen sajtolt olaj színtelen, édeskés ízű. A melegen sajtolt olaj zöldes színű és nem kellemes ízű. Az oldószerekkel kivont olaj sárgás színű, kellemes ízű. Mind étkezési olajnak, mind kozmetikai készítmények előállítására szolgáló nyersanyagnak egyaránt felhasználható. Bőrkenőcsök, krémek előállítására a színtelen minőség azért használható fel előnyösen, mert a levegőn alig oxidálódik. A szőlőszemek magjának olajtartalma a szőlőfajta és az évszak szerint 12—51% között változik. Illetékes hatóságok a német musttermelést 2'5 millió hl-re, a törkölyt évi 50.000 t-ra becsülik, emezek magtartalmát 8500 t-ra, a magdlajat pedig 1000 t-ra, azaz évi 100 vagonra. Hogy ez a jelentékeny olajmennyiség veszendőbe ne menjen, a német szőlőtermelő gazda *köteles* a törkölyt szabott áron a német vincellér-szervezetnek felajánlani. Ez a szervezet szárítja, majd magtalanítja a törkölyt és a magokat

az olajműveknek továbbítja. A vincellér-szervezetek a munkájuk elvégzéséhez szükséges gépeket állami támogatással szerezték meg.

Mínthogy a német birodalom évről-évre eltökéltebben törekszik magát a zsír- és olajbehozatal kényszerétől, amennyire lehetséges függetleníteni, nem valószínűtlen, hogy megszervezik a *kávéfőzetüledékből* történő *olajelőállítás* is. Régóta ismert, hogy a kávébab olaj tartalmú. A vizsgálatok azt is megállapították, hogy a pörkölésnél és a főzésnél a kávébab, illetve dara olajtartalma gyakorlatilag nem csökken, vagyis benne marad az üledékben, amelyben szárított állapotban 16% olaj is lehet. Olajat 5—8%-nyi mennyiségben még a malátapótkávé is tartalmaz. Egyik berlini vegyészeti vállalat már nagyüzemben kísérli meg a kávéüledék feldolgozását, mégpedig három fokozatban: először megszáritják az üledéket, majd benzinnel oldják ki az olaj és zsirtartalmat, kereken 12%-át az üledéknek, ezután pedig egy más oldóeljárással még további 8% zsírt, viaszt és gyantát vonnak ki. A maradék barnaszínű por csaknem tiszta cellulóz, amelyet fenolos-műanyagok készítésénél, faliszt helyett lehet nagyon előnyösen felhasználni. A kávéüledék olaja és zsírja (a termelés fő tömege) kitűnő szappannyersanyag, a gyanták és viaszok, kábelek és bőrtmegvédő szerek készítésére használhatók. Mint annyi egyéb hulladék értékesítésénél, itt is a gyűjtés a legnagyobb probléma. Olcsó nyersanyagot csak a nagyfogyasztók, éttermek, kávéházak, szállodák szolgáltathatnak. Az üledék zöme azonban a milliónyi kis háztartásban készül, ahonnan csak nagyon drágán volna gyűjthető. A német évi kávéfogyasztás 150.000 tonna, ebből mintegy 115.000 tonna üledék keletkezik. Éhez még 200.000 tonna malátapótkávé járul. Ebből az óriási mennyiségből csak 50.000 tonna üledéket remélnék begyűjteni és legalább 3000 tonna olajat előállítani.

Súlyt vet a nyersanyaggazdálkodás a *gyümölcshéjak*, sőt a csonthéjú magvak hasznosítására is. A gyümölcshéjak közül legelterjedtebben az *almahéjat* és magházat dolgozzák fel *pektinné*. Erre a zselék és marmeládok készítésére, cukrászákban és háztartásokban felhasznált kötőanyagra már a tejfeldolgozó iparnak, a gyógyászatnak és kozmetikának is egyre nagyobb szüksége van. Németországnak sokkal nagyobb a pektinszükséglete, mint a termelés és ezért almahéjon kívül egyéb gyümölcsök héjának, pl. a szőlőhéjnak a feldolgozására is törekszenek. A pektinszükséglet belföldi kielégítésének alapfeltétele azonban, hogy a fogyasztó minél nagyobb mennyiségben konzervgyümölcsöt fogyasszon, mert csak a konzervkészítő nagyüzemek oldhatják meg kielégítően a pektingyártást.



Újabban még a *burgonyahéj* is érték lett, mert parafát tudnak készíteni belőle. Nem a parafa pótszerét, hanem ugyanazt az anyagot, amelyet a parafatölgy ad. Parafára nemcsak palackok elzárása végett van szüksége az iparnak, hanem sokat fogyaszt belőle a linóleumgyártás is.

Értékes hulladéka a gyümölcskonzervgyártásnak a *maghéj is*. A kajszibarack és szilva magjából különleges faszenet, úgynevezett „aktív“ szenet készítenek. Ezt a szénfeleséget gázak és gőzök elnyeletésére használja az ipar.

#### *A vágóhidak hulladékai.*

Szorosan belétartozik a helyesen irányított nyersanyaggazdálkodásba a *vágóhidak* hulladékának, a csontoknak, inaknak, állati vérnek fokozottabb hasznosítása is. A *csontokból* zsírt, majd enyvvet lehet kivonni és a maradékot igen értékes foszfátműtrágya előállítására felhasználni. 1937-ben Németországban a leölt állatok számának és súlyának arányában mintegy 420.000 tonna csontnak kellett a gazdasági élet számára rendelkezésre állnia. Az iskolás gyermekek és a Hitler-Jugend lelkes és kitartó gyűjtése azonban csak 100.000 tonna csont volt, nem is negyedrésze a meglévő, de elkallódott mennyiségnek. Ha a Hitler-Jugend által összegyűjtött csontmennyiséget évről-évre biztosítani lehet, 10.000 tonna zsír, 15.000 tonna enyv és zselatin, valamint 45.000 tonna műtrágya volna készíthető évi 40 millió pengő értékben. Eredményesebb volna a csontgyűjtés, ha volna olyan egyszerű nyomástálló fazék, amelyben a kicsiny húsfeldolgozó üzemek is kivonhatnák a friss csontok mintegy 16%-nyi zsírtartalmát, anélkül, hogy az enyvanyagot szétroncsolnák.

Kedvezőtlenebb a helyzet a vágóhidakon felgyülemelő *vér* és egyéb állati hulladékok hasznosításánál. Abból az 50.000 és 70.000 tonna marha- és lóvérből, amely a németországi vágóhidakon keletkezik, csak alig 10%-ot dolgoznak fel értékesnél értékesebb termékekké, a többit a csatornahálózatba folytatják. A vérből számos gyógyszer és tápszer mellett főként vérlepenyt, illetve lisztet, véralbumint és vérszenet készítenek. A vérliszt töltőanyag, a műszarú, a gomb és műfa gyártásánál, míg a véralbumint az élelmezési és cukrásziparban, meg kekszgyártásra használják elsősorban, de készítenek belőle ragasztóanyagot is a bútoripar, bőripar és a szappanipar számára. A vér feldolgozását hátráltatja az a káros sajátsága, hogy még konzerváló anyagok jelenlétében is hamar megromlik. Hasznothajtó vérfeldolgozásra csak a nagyméretű húsvágóüzemek rendezkedhetnek be.

Elhanyagolták a *disznóbőr és sörte gyűjtését* is mindaddig, amíg a vágóüzemeket rendelettel nem kényszerítették a sörte és szőrök gyűjtésére. A jobb minőségű szőröket a kefe-, ecsetgyárak és kárptosok használják fel, a rövid szőröket a nyergesek. Autókba szárított szőrökből készítenek párnákat. Emberi táplálkozásra közvetlenül csak a sertésvért használják.

A borjú- és sertésgyomorból újabban *oltó és pepsin* fermentumot készítenek, míg a különböző mirigyek, a herék és petefészkek hormonkészítmények nyersanyagai. A hasnyálmirigy váladékából *insulint*, a pajzsmirigyből fogyasztókúrák számára thyreoidint és thyroxint, az agyvelőfüggelékéből hypophysint, pituglandolt és pituigant állítanak elő. Utóbbiakat a szülészet használja orvosszerűen. A petefészkekivonatok a pubertás éveinek gyógyszerai. Mindezeknek a vágóhídi melléktermékeknek a feldolgozása nagyon kényes művelet, mert különösen a mirigyek gyorsan romló anyagok. Hidegen kell raktározni és szállítani őket a feldolgozás helyére. A mirigyek értékesítése összehasonlíthatatlanul fejlettebb az Egyesült Államokban, mint Németországban.

#### *Szennyvizek értékesítése.*

A nyersanyaggazdálkodás tengernyi problémái közül elmaradhatatlan a minden nagy város háztartását érintő *szennyvíz* hasznosítás ügye. A szennyvíz gyors és olcsó megtisztítása anyagi érdeke minden városnak s így anyagi érdek elhárítani azoknak a tényezőknek a hatását, amelyek a szennyvizek megtisztítását akadályozzák. Közismert eljárása a szennyvizeket feldolgozó üzemeknek, hogy *a víz szilárd szennyezéseit* visszatartják, különben az öntisztulási folyamat pld. a (Dunába vezetett) budapesti szennyvíznél nem történne meg a csepeli Dunaágban néhány kilométer távolságban. A darabos szennyezéseket részben fésűszerű szerkezetek, részben ülepítő medencék tartják vissza, amelyekben főként a kisebb darab nagyságú szennyvíziszap ülepszik le. Ez a szennyvíziszap egyike a legkiválóbb trágyaszereknek, hiszen a fekáliák trágyázásra való felhasználása már évezredek óta tekinthet vissza. Ismeretes, hogy a fekália rossz szagú és zsírt is tartalmaz, hiszen a zsírtartalom egyik fő oka annak, hogy mint műtrágya csak lassan hat. Használat előtt tehát elrothasztják az iszapot, rothasztó vermekben. A rothadás elég lassú folyamat, mintegy 2 hónapig tart, de olyan trágyaszert ad, amely az *istállótrágya értékét felülmúlja*. Rothasztásnál az iszából gázok keletkeznek, amelyeknek főtömege, mintegy 75%-a

metán, tehát a városi gáznál értékesebb gáz. A gáz képzésébe részlegesen a zsír tartalom is belejátszik.

A szennyvíziszap készítésével kapcsolatban bizonyára a rosszakaratú propaganda azt állítja a németekről, hogy a szennyvíziszapból is *zsírt vonnak ki*. Tudományos célokra, laboratóriumokban valóban megtörtént ez a művelet, de csak azért, hogy megállapítsák, mennyire hátráltatja a zsírtartalom a szennyvíz biológiai tisztulását és tisztítását és mennyiben növeli a rothasztásnál a keletkező gáz mennyiségét és javítja a minőségét. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a zsírtartalmat hatásosan eltávolítani csakis friss iszapból lehet. A sokoldalú tudományos vizsgálatnak az a megállapítás lett az eredménye, hogy a *szennyvizetekbe lehetőleg minél kevesebb zsír* jusson. Arra törekszik a nyersanyaggyártó, hogy elsősorban a zsírokat és olajokat feldolgozó üzemek, a hentesárú üzemek, gyapjúmosók, szappangyárak külön zsírfelfogókon át bocsássák a szennyvízhálózatba az üzemi szennyvizet. Megállapította a német húsparosok szövetsége, hogy egy közép-nagyságú kolbászgyár hetenként 1200 kg zsírt nyerhetne vissza zsírfelfogókkal, egy nagyobb vendéglőüzem pedig 600 kg zsírt nyerhetne vissza a mosogatóvízből. Számítások természetesen nem hiányoznak arra vonatkozóan, hogy ha az üzemi, vagy a városi szennyvizet zsírtalanítanak, évente hány ezer tonna, szappangyártásra használható zsírt nyernének vissza mennyi millió márka értékben. Sokkal valószínűbb, hogy Németország több eredményt várhat a *szintétikus* zsírgyártástól, mint a feltétlenül undort keltő szennyvizet zsírtartalmának visszanyerésétől.

## MŰANYAGOK.

Nyersanyaggyártókat ma már elképzelni sem tudunk egyes „*műanyagok*“ nélkül, amelyekre eleinte gyanakvással néz minden fogyasztó, később azonban megszokja használatukat és elfelejti, hogy műanyaggal van dolga. Nem tekintjük műanyagnak a *szódát*, pedig valamikor csak a Memphis-környéki tavak szolgáltatták, vagy egyes helyeken, mint nálunk is, több helyütt kivirágzott, esetleg sókertekben bepárologatott anyag volt. A XVIII. sz.-ban azonban már kevésnek bizonyult a fejlődő üveg és szappanipar számára az egyiptomi tavak szolgáltatása, kénytelenek voltak új szóda nyersanyagot keresni. Meg is találták a nyersanyagforrást a tengerparton élő *Salicomia*, meg *Chenopodium*-félék hamujában. Ezeket a növényeket

már régóta ismerték, majd nagy mennyiségben tenyésztették is, Spanyolország, Franciaország, meg Skócia partjain. Lekaszálás után a száraz növényt vermekben égették el s az izzó állapotban képlékeny, lehülve szürkés színű tömeget, amely 10—30% szódát tartalmazott „barilla“ meg „kelp“ és „varek“ néven adták el az üveggyáraknak. Angliában még 100 évvel ezelőtt is (pontosan 1834-ben) 12.000 tonna „barillát“ szállítottak a szappangyáraknak Spanyolországból, jóllehet abban az időben már több szódagyár készített mesterséges szódát Angliában, a francia *Leblanc* eljárása szerint. A barilla csak addig versenyezhetett a mesterséges szódával, amíg azt nyers állapotban adták el a fogyasztóknak. Mihelyt a gyártás gyakorlatilag 100%-os szódát tudott készíteni (a nyerstermék csak 40—45% szódát tartalmazott), a természetes szóda felhasználása megszűnt.

Hasonló volt a helyzet más „műanyagok“-nál is, pl. az *indigónál*, amelyet a tudomány csak elég későn tudott szintétikusan előállítani, amikor már sok egyéb festőanyag előállítását sikerült megoldani. 1879-ben sikerült elsősorban az indigó szintézise, de csak a tudomány számára. A gyakorlati megoldás még 18 esztendei kemény munkát kívánt (1897) és az akkori időben példátlanul nagy anyagi áldozatot: 18 millió márkát elkísérletezésre. Annak a vállalatnak, amely a szintézist elsőnek valósította meg, alaptőkéje sem volt annyi, mint amennyit 18 esztendő alatt elkísérletezett. Képzhetjük milyen hatást váltott ki bennük az a hír, hogy versenytársuk, a höchsti festékgár nem sokkal utánuk új eljárást szabadalmaztatott, amely egyszerűbb volt, mint az övéké és csak 5 esztendőt fordítottak a kidolgozásra 5 millió márka kísérleti költség árán. A ruhafestők még bizalmat sem előlegeztek a mesterséges terméknek, noha tudták, hogy a természetes indigó színe, festőhatása nagyon is függvénye a termelés helyének és annak az eljárásnak, amely a festőanyagot a növényből kilúgozza. Nem is hitték el eleinte a kékfestők, hogy az eladott áru mesterséges termék, azt hitték, hogy valamilyen furfangos módszerrel finomított természetes indigó. Hamarosan meg kellett azonban állapítaniok, hogy a mesterséges készítmény nemcsak szebb színűre festi a szövetet, hanem kiadósabb is a használata. A szintézis sikeres megvalósítása előtt évi 20 millió márka értékű indigót importált Németország túlnyomórészt Angliából és Közép-Amerikából. 1900-ban már nincsen szüksége importra. 1913-ban már Németország exportál, mégpedig 53 millió márkányi indigót, óriási csapást sújtva az indigótermesztőkre és az angol kereskedelemre. A „műanyag“ térhódításának ellenzői úgy vélték a szintézis versenyével szemben helytállani, hogy kiváló indigófajtákat igyekeztek

kitenyészteni. Hiábavaló volt és meg is késett minden intézkedés, a természetes produktum már csak a festőanyaggal járulékos tisztátalanságok miatt sem tudott a mesterséges készítménnyel versenyezni. Ennek az egyetlen szintézisnek a hatására országrészek terjedelmét megüő területek szabadultak fel, fontosabb növények, részben gabona termesztésére.

A ma újaknak ismert műanyagokkal ugyanúgy vagyunk, mint a régiekkel. Némelyik alkalmazási területen észre sem vesszük, hogy valamelyik „régí jó“ anyag helyett műanyagból készült tárgyakat használunk, más helyütt meg eleve idegenkedünk ugyanattól a műanyagtól. Valóság, hogy egyes műanyagok előállítása és felhasználása terén Németországé a vezető szerep, ez azonban legkevesbbé sem jelenti azt, hogy olyan gépek, pl. autók, amelyeken jelentős számú alkotórész készült „műanyagából“, ne legyenek legalább annyira tartósak, mint a kizárólag „régí jó“ anyagokból gyártottak. Érdemes a napjainkban fontos szerepet játszó, többnyire nem is 2—3 évtized óta ismert fontosabb műanyagokkal megismerkednünk.

### *Műgyanták.*

Egyik legáltalánosabban ismert műanyagféleség a „műgyanták“ elnevezése alatt csoportosított kondenzációs termékeké. Közösen jellemzi őket, hogy formaldehiddel ( $H_2CO$ ) kondenzáltatunk karbolsavat (fenolt, CJWH-t), vagy ennek a homológjait, a krezolokat, vagy pedig az utóbbi kettőtől teljesen elütő vegyületet, a karbamidot ( $NH_2-CO-NH_2$ ). A fenol- vagy krezolból készített gyantákat a belga *Baekeland* állította elő elsőnek és neve után a terméket „bakelitének“ nevezik. Gőzzel fűtött és ózozott rézkazánokban készülnek fenol- (vagy krezol) és formaldehidből, kevés ammónia, vagy egyéb bázis jelenlétében. Pontosan megszabott időtartamig történő hevítés után a kazánban két folyadék réteg marad vissza, a nagyobb fajsúlyú gyanta és víz. Utóbbi lepárolják a gyantáról, amelyet kifolyatva lehűtenek. Ez az A-jelű („resol“-nak is nevezett) termék 50—70°-nál lágyl. *sokféle oldószerben* oldódik és kevés szabad karbolsav-tartalma miatt kellemetlen szagú. Ha 125°-ra hevítjük, tézstaszzerűen képlékeny, kitünően sajtolható lesz és oldószerekben áztatva megduzzad. 170—180°-ig folytatva, a „resol“ hevítését C-vel jelzett és „resit“-nek is nevezett, oldószerekben oldhatatlan és hevítéssel meg nem olvadó végtermék keletkezik belőle. Ha fenolt formaldehiddel sav jelenlétében kondenzáltatunk, „novolak“-nak nevezett gyantát kapunk, amely hevítéssel megolvasható. Ennek a gyantá-

nak és a természetes kolofóniumnak a keveréke, a kopált, ezt a drága tropikus gyantát helyettesíteni tudó, „albertol“ nevű készítmény. Nitrocellulóz-lakkokba adagolják.

Hasonló eljárással, de *karbamidot* formaldehiddel kondenzálva készül a szintelen és átlátszó „pollopas“.

A bakelitgyanták legdrágább változatát frissen desztillált karbolsavból készítik, hogy a termék világos színű legyen. A gyanták a legkülönbélebb anilinfestékekkel színezhethők. Ha elefántcsonthoz, vagy teknőchöz hasonló tárgyakat akarunk készíteni, növényi olajokat és fémsókat keverünk bele. Adagolhatunk azonban csillámot, bronzport, halpikkelyport is a megdermedni készülő gyantába. A színezett, vagy színezetlen terméket rudakká, lemezekké, tömbökké öntik és többnyire elefántcsont, teknőc, szárú, márvány, korallutánzatok készítésére használják. Kitűnően munkálható. Lehet fűrészelni, esztergályozni, vágni, fúrni, reszelni, fényesíteni. Kedvező sajátságai miatt sokféle használati tárgyat készítenek belőle: cigaretta- és szivarszipkákat, esernyő- és botnyeleket, karperecét, nyakéket, gombokat, billiárd- és tekegolyókat. A bakelit-billiárdgolyók jobbak az elefántcsontból esztergáltaknál. A guajakfa-tekegolyót szintén jól helyettesíti a bakelitgolyó. A gomboknak meg az a nagy előnyük, hogy vízben ázva nem duzzadnak meg. Valamennyi ú. n. nemes műgyantát a „resit“ (C) állapotban dolgozzák fel.

Olcsó tömegcikkeket sajtolással A-állapotú (resol) gyanták és töltőanyagok keverékéből állítanak elő. A sajtolást melegen, vagy hidegen végzik, eltérő gyantatartalmú keverékekkel. Melegen sajtolandó tárgyakban 40—50% a gyanta-kötőanyag, hidegen sajtolandókban 20—30%. Töltőanyagoknak porszerű, vagy rostos anyagokat, falisztet, cellulózt, azbesztet, fémporokat, csillámot, homokot, gipszet kevernek a gyantába. A keveréket többnyire tnakuk a gyantagyárak állítják elő és örölt állapotban („préspor“) adják el a sajtoló üzemeknek. A töltőanyaggal készült sajtolt áruk, olcsóságuk miatt még elterjedtebben használatosak, mint az ú. n. „nemes gyanta“-készítmények. Az Ecuador és Kolumbiából importált „kődió“, „növényi elefántcsont“ néven ismert féleségből esztergált gombok, főként nadrággombok helyett egyes gépek óránként 12.000 darab műgyanta-gombot készítenek. Temérdek elektrotechnikai és rádiótechnikai cikket is készítenek belőle: izolálólapokat, kapcsolókat, foggantyúkat, hangszórótölcsért, rádiószekrényt. A fogkrém-tubusok, orvosság, illatszer és tintásüvegek elzáró feje újabban szintén műgyantából készül. Sok ón és parafa takarítódik meg használatuk által. Ki-

váló tartósságúak a műgyanta-műfogak, szájpadrások, sőt a fogtömőanyagok is. A trópusok számára a természetes rongálásának ellenálló egészségügyi berendezéseket, sőt koporsókat is készítenek. Szinte nehéz újabb fogyasztási területet találni.

Nagy keménységű papírokat régebben úgy készítettek, hogy papírlapokat sellakkal kentek be és sajtolták őket. Sokkal jobb minőség készíthető „resol“-állapotú gyantákból. Sokat vár a géptechnika a „lignofol“-nek nevezett, vékony falemezekből, gyanta-kötőanyaggal és sajtolással előállított „keményfa“ használatától. Ez a munkamódszer 1/4 fajsúlyú faanyagot ad, amelyet repülőgépcsavarok, fogaskerekek, pisztoly- és puskaagyak készítésére használnak.

Nevezetes csoportját alkotják a műanyagoknak a *szarú-utánzatok*, amelyek közül legismertebb a *galalith* vagy *tejkő*. Nyersanyaga a soványtejből előállított kazein. Kazeinkészítés végett a lefőlözött tejet borjúúttalóval megalsvasztják, a savót eltávolítják és a kazeintartalmú maradékot vízzel többször mosva sajtolják. Miután a sajtolt maradékban még mindig 50% víz van, a kazeinlepenyeket szétaprítják és enyhe melegítéssel szárítják. A szárítás mikéntje befolyásolja a termék minőségét. Kedvező éghajlata miatt sok, továbbá jóminőségű és olcsó kazeint tud Argentína szállítani. A szárítást ott a nap végzi.

Galalith-készítésre a legfeljebb 12% nedvességet tartalmazó kazeint megőrlik, mintegy 25% vizet adnak hozzá, továbbá festéket és kevés nátronlúgot és a keveréket gépekben téstaszzerű tömeggé alakítják. A lágy tömeget tömbökké, lemezekké, rudakká vagy csövekké sajtolják, majd keményítik, azaz 10%-os formaldehid-oldatban áztatják. Minthogy a formaldehid csak nehezen nyomul be a sajtolt tárgyakba, a keményítés folyamata hetekig, sőt néha hónapokig tart. A keményített tárgy hajlítható, fűrészelhető, reszelhető, esztergályozható, csiszolható. Késnyeleket, kézapoló-eszköznyeleket készítenek belőle. Legtöbbet azonban gombok készítésére használnak el.

### *Vinilműanyagok.*

Ezidőszerint még kellőképen meg sem ítéhető fontosságot kell a *vinilvegyületekből* előállított *polimerizációs* termékeknek tulajdonítanunk. Az irodalomból már mintegy 100 esztendeje ismeretes, hogy egyes telítetlen vegyületek, mint a styrol, az akrolein, a vinilklorid, fény és meleg hatására gyantaszerű tömeggé sűrűsödnek. Felismerték, hogy a vinilgyököt (CH<sub>2</sub>=

CH—) tartalmazó vegyületek adják a legértékesebb polimerizációs termékeket, amelyeknek gazdasági jelentősége akkor nőtt naggyá, amikor a vinilvegyületek túlnyomó részének előállítását az acetilénre sikerült alapozni. Acetilént nagy mennyiségben és aránylag olcsón készíthetünk szénből és mészből. Egyre több vinilvegyületet állít elő a kémia és polimerizáltatja sokféle és nagyon értékes sajátságú ú. n. „vinilműanyaggá“. Attól függően, hogy a telítetlen vinilgyököt milyen egyéb gyökökkel, klórral, alkoholokkal, amidokkal, cyanidokkal kapcsoltatjuk vegyületté, továbbá, hogy a polimerizációt miként hajtjuk végre, tág határok között szabályozható sajátságú műanyagot kapunk.

Ellentétesen a fenolos-műgyanták sajátságával, a polimerizált vinilvegyületek (röviden: polivinilvegyületek) hőhatásra nem keményednek, hanem plasztikusak maradnak, tehát hulladékuik újra feldolgozható.

Az etilbenzol dehidrogénezése útján előállított styrol  $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$  pólimerizációs termékei, a *polystyrolok* közül ismert műanyag a „trolitul“, amelyet főlényesen előnyös szigetelőképessége és könnyű megmunkálhatósága, továbbá szintelen volta miatt nemcsak a rádiótechnika használ, hanem akkumulátorszekrényeket, töltőtollakat és főként szintelen, vagy színezett gombokat is készítenek belőle.

Akrylsavészterből  $\text{CH}_2 - \text{CH}-\text{COOR}$  készül a „p/exigum“-nak nevezett lágy, üvegszerűen átlátszó poliakrylsavészter (nem vulkanizálható műgumi), amelynek a biztonsági, szilánkot nem adó üvegek készítésénél, mint ragasztóanyagának van nagy szerepe. Szerves oldószerekben oldott állapotban hozzák forgalomba. A törhetetlen üvegeket ezzel a 11-szeresen kinyúlni képes, gumiszerű anyaggal készítik, úgy, hogy az üveglapokat a ragasztóanyaggal egymáshoz sajtolják. A kötőanyag kiválóan tapad az üveghez, még  $100^\circ$ -on sem változik meg, alkoholban, benzinben, vízben oldhatlan, tartósan szintelen és átlátszó marad. Hirtelen mechanikai hatásra nem törik szilánkokká. Ha több vékony üveglemezt ragasztunk össze plexigummal, golyótálló páncélüveget kapunk. A jól készített páncélüveget még acélburkolatú lövedékek sem ütik át. Páncélos harcikocsik, rendőrségi üldözőautók üvegei készülnek belőle, s a maharadzsa vadászaton használt autóin is sokhelyütt találunk már golyótálló üveget.

Minden ragasztóanyag nélkül használható biztonsági üveg a „plexiüveg“ — a methylacrylsav ( $\text{CH}_2 - \text{C} \text{CH}^{\text{OH}}$ ) vagy észterei polimerizációs terméke. Mind a sav maga, mind az észterei könnyen polimerizálhatók. A póli-



merizált termékek annál lágyabbak, minél nagyobb szénatómszámú alkoholt használunk az észter előállítására. A legkeményebb polimerizátumot a metilészter adja. A metilészter 100°-nál lágyul. Ebből az anyagból készítettek „üveg“-hegedüt és egyéb zeneszerszámokat, átlátszó autót (Opel-Olympiakocsit), sőt az automobilmotor működését láttató „üveg“-motort is. A repülőgépek „üvegezése“ újabban „plexiüveggel“ történik. Az „üveg“ annyira jól megmunkálható, hogy teljesen átlátszó órát is készíthettek belőle. Törhetetlen szemüvegek, óraüvegek készítésére is használják.

A vinilészterekből (CÉL = CH—O—CO—R) különösen a vinilacetátból előállított polimerizációs termékek, a *polivinilacetátok* (movilith, vinnapas) szintelen, fénytálló tömegek, amelyekből fénytálló lakkokat, ragasztóanyagot, kalapmerezítő-betétet stb. készítenek.

Egyik vinilpolimerizációs termék sem annyira nevezetes, mint a vinilkloridból (CÉL — CH—Cl) előállított *polivinilklorid*, amelyet egyedül vinilkloridból, vagy úgy is“készítenek, hogy más vinilvegyületekkel együtt polimerizálják és *vinilit*, *igelit*, *coreosal* néven árusítanak. Fehér porok ezek az anyagok, amelyeket forró hengerek között gyúrva, víztiszta lemezekké, rudakká vagy csövekké húzhatunk. Legnevezetesebb sajátáguk, hogy a legtöbb savnak és lúgnak ellenállanak és nem gyulladnak meg. Ha lágyító anyagokkal keverik, a gumihoz hasonló kábelburkolóanyag keletkezik belőlük (mipolam). Kémiai hatásokkal szemben tanúsított nagy ellenállásuk miatt az iparban savak és lúgok vezetésére szolgáló csöveket készítenek belőlük. A mipolam-csövek jól fűrészelhetők és könnyen illeszthetők. Németországban már a háztartások mosdóinak „szifonja“ is sokhelyütt mipolamból készül, sőt maga a vízcsap is. Hátrányuk, hogy 75—80 -nál melegebb vizet vagy más folyadékot huzamosan nem vezethetünk rajtuk, mert melegen ismét plasztikussá válnak. Minthogy a „mipolam“ a legeltérőbb lágyságúvá készíthető, jól hajlítható és jól szigetel, a gumi helyett kábelek bevonására, drótok szigetelésére használják. Ezek a különböző lágyságú termékek a bőr és a gumi sajátágait egyesítik magukban, állják az olaj és a víz hatását és huzamosabb használat után sem törékenyek. Géphajtósíjakat, utazótáskákat is készítenek belőlük, egyre többféle célra használhatók.

#### *A cellulóz iparai.*

Évszázados óhaja az emberiségnek utánozni valahogy a selyemhernyó munkáját, szöhető fonalat előállítani mesterséges úton. Az első életrevaló gondolatot 1655-ben adta meg egy Róbert *Hook* nevű angol: enyvszerű, a

levegőn megkeményedő anyagot kicsiny nyíláson kiszorítani. *Vizahólyag-nyvet* használt fel erre a célra, de a megkeményedett szálakból szőtt próbaszövetek túl lágyaknak bizonyultak. Jóval később *Reaumur* remélt *gumioldatokkal* jó eredményt elérni, de sikertelenül. A siker felé vezető útra — mint oly sokszor a felfedezések történetében — a véletlen vezetett rá egy *Schönbein* nevű vegyészre, aki a *pamutot* valamilyen oldószerben fel szeretne oldani. Csalódott, amikor látnia kellett, hogy meg a kénsav és salétromsav keveréke sem okozott a pamuton látható változást. Lemosta vízzel a pamutját, hogy ismét új oldószerrel kísérletezzék, majd a kályhára tette száradni. Rövid idő múlva a pamut felrobbant és megtörtént a lőgyapot (1845-ben) felfedezése. Innen a műselyemig még hosszú volt az út. A *nitrált pamutot* (cellulózt) fel kellett tudni valamiben oldani. Sikerült is neki a nitrálás folyamatát úgy vezetni, hogy a cellulózba ne három, hanem csak két nitrocsoport kapcsolódjék. Ezt már könnyen tudta éter és alkohol keverékében „kollodium“-má oldani. Később a pamutot, illetve ennek a főtömegét alkotó cellulózt közvetlenül is, anélkül, hogy nitrálták volna, sikerült feloldani, mégpedig rézhidroxid és szalmiákszeszből készült oldattal. A műselyemfonál további előállításához az amerikai *Swan* találmánya adta a lendületet, ő *Edison* szénzászalas izzólámpájába (1879) jobb szálakat akart készíteni, mint amilyen Edisoné volt. *Swan* (1883-ban) a nitrált cellulózt *tömény ecetsavban* oldotta fel és az oldatot üvegkapillárison nyomta ki és közvetlenül alkoholt tartalmazó edénybe ejtette. Az alkoholos fürdő eltávolította az ecetsavat a szálból. Megszáritás előtt *Swan* még ammónium-szulfidos fürdőn is áthúzta a szálakat, hogy lehasítsa a cellulózzal a nitrocsoportokat. Ezt a nitrátmentes szálakat szénésítette el azután a villanylámpa számára. De még mielőtt elszenesítette volna, megállapította a szálról, hogy selyemfényű és elég szilárd ahhoz, hogy szövetet készítsenek belőle. A műselyemgyártás alapműveletei nagyjából még ma is a *Swan* által megadott munkamódszert követik. Az eljárás technikai megvalósításának érdeme *Chardonnet* gróf nevéhez fűződik, aki *Sivan*-nal egyidőben és tőle függetlenül oldotta meg a műselyemszál-készítést és feldolgozást. 1891-ben épített *besan*-i gyára 1895-ben már hasznot is adott. A következő évtizedben újabb termékek előállítása miatt továbbfejlődött a műselyemgyártás.

#### *A cellulóz előállítása.*

Valamennyi régiebb és újabb eljárásnak cellulóz  $(C_6H_{10}O_5)_x$  a nyersanyaga, az a szénhidrát, amely valamennyi növény (virág, bokor, fák) testének egyik

legfontosabb építőanyaga. A cellulózon kívül víz, továbbá ligninnek éshemicellulóznak nevezett vegyületek a növények főalkotórészei.

Legtisztább alakban a *pamutmag* szőrében, a pamutban található a cellulóz. Egészen tiszta állapotban is pamutból a legegyszerűbb előállítani, ha híg nátronlúg-oldattal óvatosan főzzük a szálakat. Az egyes szálak úgynevezett „elemi szálak“ és 20—50 mm hosszúságúak. Végük hegyezett és belsejükben üregek vannak. Hosszúságuk miatt kitűnően fonhatók. Kellő ellőkészítés után a *lenből és kenderből* is megfelelő hosszúságú fonható szálakat nyerünk.

Cellulózt nemcsak pamutból készíthetünk, hanem bármilyen cellulózt tartalmazó növényből. Papírgyártás, műselyem, sőt újabban műpamut készítésére főként *fenyőfaféleségeket* használunk fel. A fenyőkben, de újabban lombos fákban is az elemi sejtszálak a pamuthoz arányítva nagyon rövidek, 2—4'5 mm hosszúságúak. A fenyők közül leghasználatosabb a lucfenyő, de feldolgoznak cellulózzá erdei és jegenyefenyőt, sőt újabban lombos fákat is.

Közönséges papírok (újságpapír, nemezpapír) gyártásához nincsen tiszta cellulózra szükség, ezeknek faköszörület a főtömege. Többnyire hánccstalanított fából úgy készítik, hogy vízzel öblített köszörükövekhez nyomják. A vízzel hűtött kő rostpéppé foszlatja a fát a köszörüjét, ha a vizet leszűrik belőle, napfényen rövidesen megsárgul, mert benne vannak még a fa inkrusztáló anyagai. Miattuk a köszörüjét csak újságpapír és csomagolópapír készítésére használható; kellő szilárdságot adandó, még az újságpapírba is belekeverünk néhány százalék tiszta cellulózt.

Fából tiszta cellulózt csak úgy kaphatunk, hogy a gondosan hánccstalanított és diónagyságúra aprított fadarabokból főzőüstökben megfelelő oldószerekkel (túlnyomás mellett) kioldatunk minden inkrusztáló és a cellulóz utólagos megsárgulását okozó anyagot. Az oldás kalciumbiszulfitoldattal (szulfitcellulóz), vagy nátronlúgoldattal (nátroncellulóz) történik.

A kilúgozott fadarabok annyira lágyak, hogy ujjaink között szétnyomhatók. Vízzel péppé foszlatják és a benne lévő csomós részt visszatartják. Majd fűtött mozgó szitákra viszik a pépet, ahonnan a cellulóz, 90% száraz anyagot tartalmazó, vastag lemezek alakjában távozik. A lemezeket többnyire 200 kg-os csomagokká kötve adják el a cellulózt feldolgozó gyáraknak. Finomabb áruk készítésére szolgáló cellulózt *fehéríteni kell*; a művelet úgy történik, hogy a pépet, mielőtt a nemezkészítő dobokra adagolnák, fehérítő „hollandi“-kon hajtják át. Ezekben vagy klórmészoldat a fehér-

rító folyadék, vagy a hollandi maga van elektrolizáló cellává kiképezve. Lucfenyőből 40—45% hatásfokkal nyerhetünk tiszta cellulózt.

### *Műselyem, műpamut, műgyapjú.*

Műselyem előállítása végett a cellulózt valamilyen oldószerben kell feloldani és a továbbiakban a *Swan* által már megadott módon szálát előállítani belőle. Az egyes műselyemkészítő eljárások között az acetát-műselyem, acetylcellulóz, vagy cellulóz-acetát nevű készítményt kivéve, csak az a lényegbevágó különbség, hogy mindegyik más-más oldószert használ.

A legrégebbi műselyemkészítő eljárást, a *Chardonnet-éie*, vagy *kolloidum-selymet* készítő eljárást, mint túlhaladottat, műselyemkészítésre már nem használják. Előállítása végett a cellulózt (sokszor pamuthulladékot) olyan savkeverékkel nitrálják, hogy alkohol és éter 2:3 arányú keverékében szirupsűrűségű folyadékká oldható dinitrocellulóz, kolloidum keletkezzék. A finom nyílásokon nagy nyomással átsajtolt nitrocellulóz-szálát vagy vízen húzzák át (nedves fonás), vagy a levegőn hagyják megkeményedni (száraz fonás). A szál mindenképpen expozív. De ha ammóniumsulfid-fürdőn húzzuk át, akkor a nitrocsoportok tökéletesen lehasadnak a cellulózról.

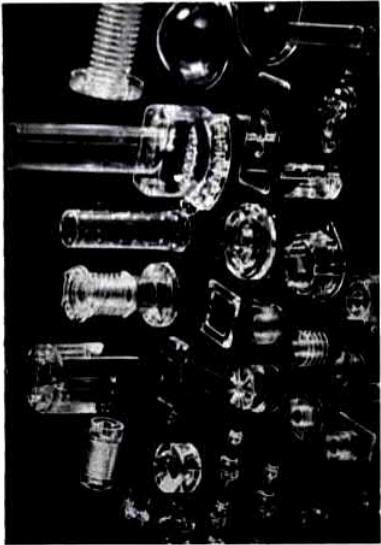
Egyre csökken a jelentősége a világháború előtti idők nevezetes műselyemkészítő eljárásának, a „rözse/yem“-gyártásnak is, amelyet azonban a „Bemberg“-gyárak még használnak. Nyersanyaga pamut-szövethulladék, vagy facellulóz és pamutszálhulladékok keveréke. A nyersanyagot előbb szappanos vízzel, majd melegen lúgos vízzel mossák, s azután fehérítik. A mosott cellulózt frissen leválasztott rézhidroxiddal keverő katlanokban bensően összekeverik és ammóniát adagolnak hozzá. 8—10 órahosszat tartó keverés után a cellulóz sötétkékszínű, szirupsűrűségű folyadékká oldódott. Ebben a folyadékban 8—10% a cellulóz, 3—4% a réz és mintegy 7% az ammónia. Kezdetben a fonócsőből kiszorított szállakat 50—60% kénsavat tartalmazó fürdőben koagulálták. Később 30%-os nátronlúg lett a szál-szilárdító (koaguláltató) oldat, amelyből azonban még réztartalmú, kékszínű selyemszál távozott. A kék szálát híg kénsavas fürdőben réztelenítették. tiszta cellulózszállá. Mindezeket az eljárásokat ma már tökéletesen elhagyták. Helyette a „Bemberg“-művek olyan új fonalkészítő eljárást alkalmaznak, amely a kékszínű rézoxidammóniás cellulózoldatot *nagynyílású* kapillárcsővekből *nyújtás közben* húzza szállá, a koaguláltatást lassan végző, híg

alkaliás. levegőtől mentesített meleg vízben. A szál nyújtása következtében a természetes selyemszálnál vékonyabb, finomabb fonalak keletkeznek.

Ezidőszerint a viszkózselyem gyártása a legelterjedtebb. 1892-ben *Cross*, továbbá *Bevan* és *Beadle* új cellulózvegyületet fedeztek fel, a tioszénsav észtersóját, a cellulóz-xantogenátot. Ez az anyag könnyűszerrel oldódik vízben mézszerűen sűrű folyadékká, amelyet a feltalálók *viszkóznak* neveztek. Előállítására végett nyitott kádakba helyezett cellulózlapokat 18%-os nátronlúgban áztatnak, a fölös lúgot kisajtolják, majd rostokká tépik szét a kisajtott lemezeket. A nátroncellulózrostokat további feldolgozás előtt napokon át zárt dobozokban „érleltetik“, vagy „öregítik“, hogy reakcióképesebbé tegyék őket. Ezután forgatott vaslemezhengerekben szénkénnel ( $C S_2$ ) „xantogenálják“ az érlelt rostokat, amelyek néhány óra alatt sárgás-narancsszínűvé változnak és vízben vagy híg nátronlúgban oldható cellulóz-xantogenat-nátriumsóvá, „viszkóz“-zá alakulnak. Állnihagyással (3 napig 12—15 C°-nál) a viszkóz is érlelődik, észtercsoportjai hidrolizálódnak. Az a folyadék, amelyen a kapillárison kiejtett szálat áthúzzák, csaknem mindenütt savtartalmú sóoldat, többnyire nátriumsulfátot, keserűsót ( $MgSO_4$ ) és cinkszulfátot tartalmazó nátriumbiszulfátoldat. A megfont selyemszálat a sav eltávolítása végett mossák, nátriumsulfid-oldattal a kivált kénből szabadítják meg, azután megszáritják. A szál minősége függvénye az ú. n. „fonófürdő“ összetételének, hőmérsékletének és hosszának, továbbá annak a sebességnek, amellyel a fonalat a fürdőn áthúzzák. Különleges viszkóz-selyem a „travis selyem“ és a *vistra* selyem. Előbbi nagyon lágytapintatú, utóbbi gyapjúszerűen bolyhosfelületű, hőtartó, impregnálás nélkül is vízálló selyemszövetek készítésére alkalmas.

Előbbi három műselyemféleségnek a kőllodium, a réz és a viszkóz-selyemnek közös jellemzője, hogy akármilyen közbenső cellulózvegyületet, vagy cellulózoldatot is fonjunk szállá, a *szál maga mind a három esetben* a vegyületből, vagy oldatából *regenerált cellulóz*. Ez a regenerált cellulóz sajátságaiiban nem egyezik meg az eredeti cellulózzal; a levegőn pl. több vizet vesz fel, mint a tiszta cellulóz és ezért hidrátcellulóznak nevezik.

Valamennyi műselyemszálféleség közül a legjobb sajátságú, de egyúttal a legdrágább műselymet az *acetátselyem* (más néven acetilcellulóz, cellulóz-acetát) szálaiból fonhatjuk. Ez a szál a többtől (rézselyem, kőllodium-selyem, viszkóz) lényegében tér el azáltal, hogy anyaga nem cellulóz, illetve hidrátcellulóz, hanem a cellulóz és ecetsav vegyülete. A három ecet-



Trolitul (polistirol) műgyanta tárgyak.



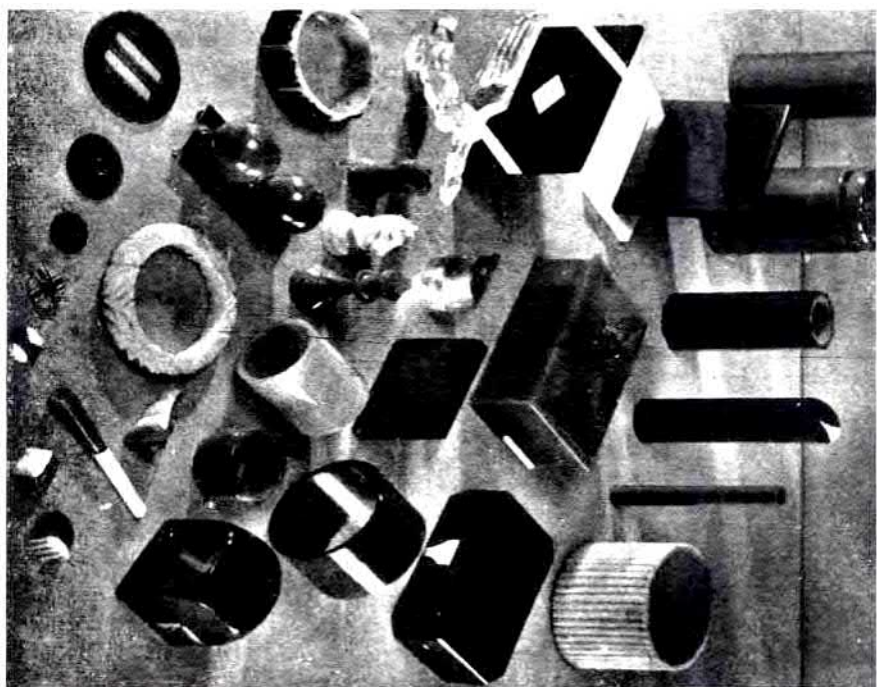
Fenoplast nemes műgyanta dísz tárgyak (Bakelit).



Plexiglas tárgyak (metakrilisav).



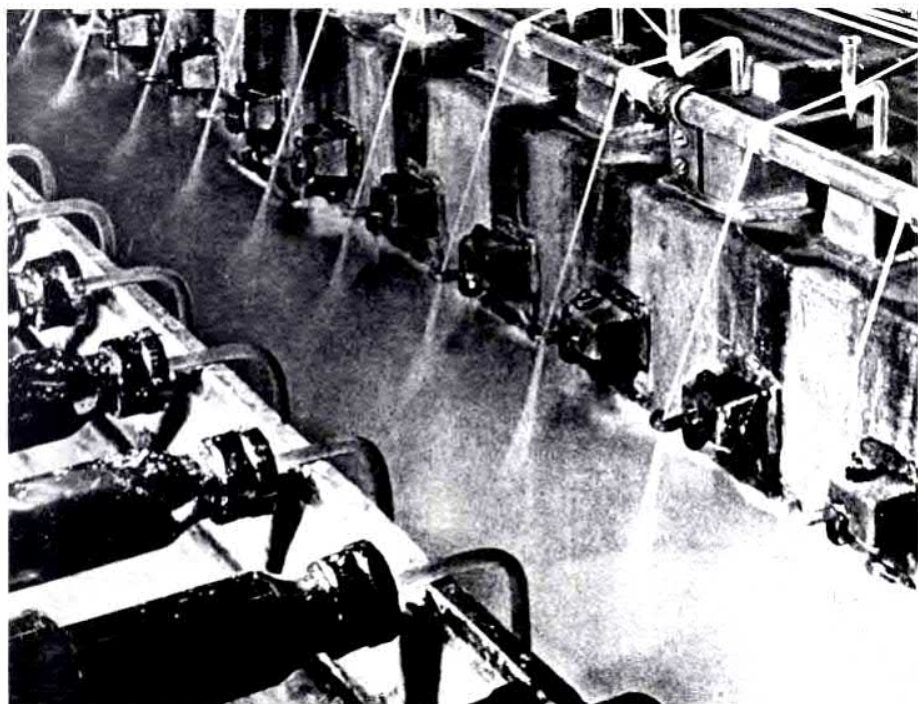
Rézszert fa (lignofol) fenoplast gyantával átítatva.



Pololex antipodal kesztővel műanyag tárgyak



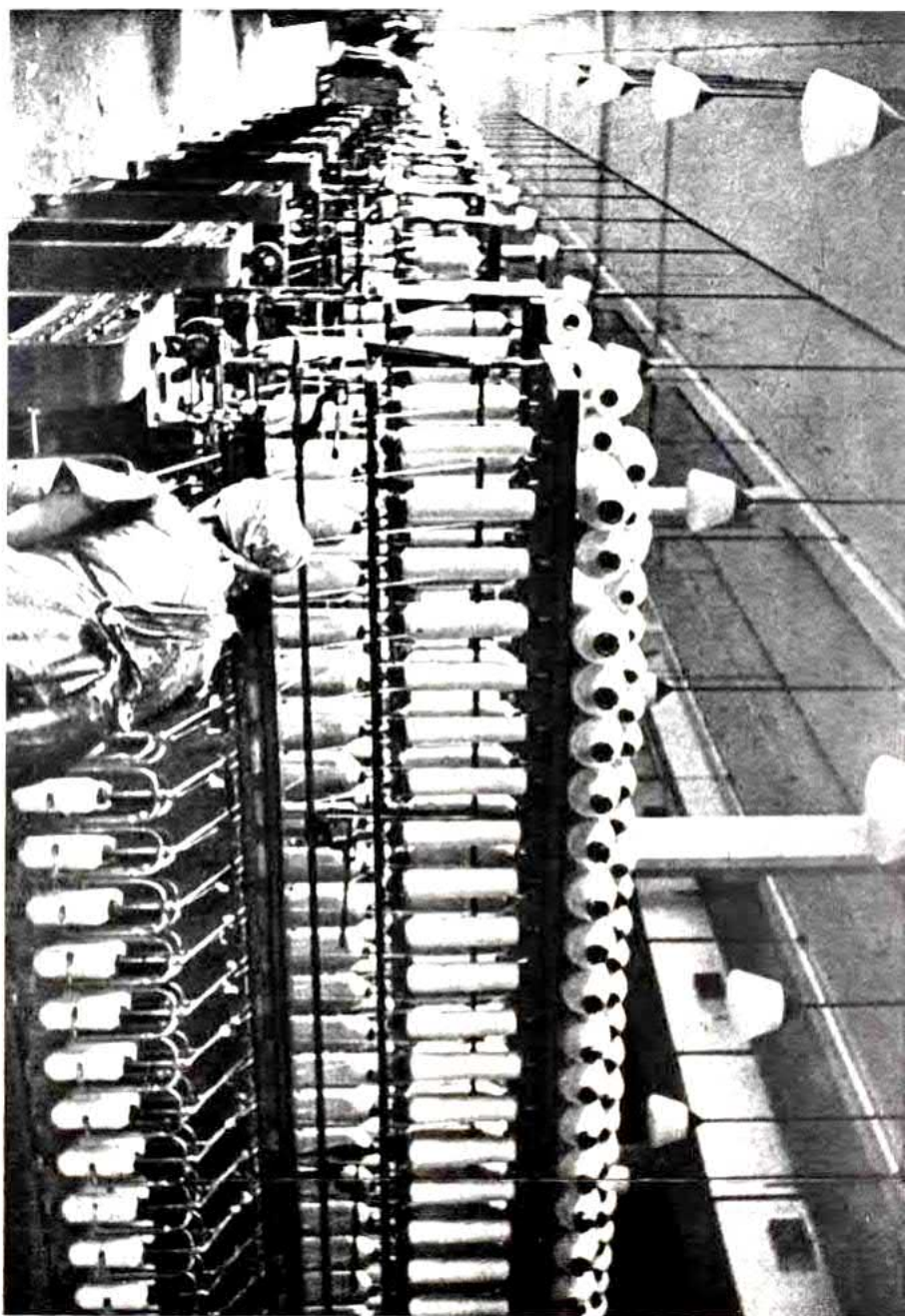
Pololex műanyag tárgyak



Műselyomszálak húzása.



Wool spinning process



sebb ecetsavat tartalmazó termékeket. A gyártás primerterméknek triacetátot állít elő 'pamutcellulózból ecetsavanhidriddel, katalizátorok (kénsav, cinkklorid, stb.) és hígítószer jelenlétében, pontosan szabályozott hőmérsékleten. Aszerint, hogy a hígítószer oldja-e (metilénklorid, jégecet) a triacetátot vagy sem (benzol, tetraklórmetán), a cellulózacetát feloldódik, vagy megmarad rostos szerkezetűnek. A szaruszerű primertermék hidrolízise víz és egy organikus sav jelenlétében nagyobb hőmérsékleten megy végbe. Minthogy a triacetát csak kevés technikailag használható (chloroform, metilén-klorid) oldószerben oldódik, a kevesebb ecetsavat tartalmazó és jobban oldódó termékeké történő hidrolízis fontos törekvése volt a gyakorlatnak. Az acetátcellulóz-oldatból kihúzott szálát vízben, vagy alkalmas szerves folyadékokban koaguláltatják, majd stabilizálják, fehérítik és szárítják. A kereskedelmi forgalomban lévő, *acetonban* oldható cellulózacetátok — a „cellitek“ — ecetsavtartalma a felhasználás módjának függvényeképpen 51—56% között váltakozik. A termelés nagyrésztét műselyemmé dolgozzák fel, kisebb részét filmekké, „cellon“-műanyaggá és lakkokká. Az acetátműselyem drágább, mint a viszkóz. A nemet műselyemtermelés 90%-a viszkóz, a rézselyem és acetátselyem mindössze tíz százaléka a termelésnek.

Utóbbi esztendőkből hosszabb ideig tartó kísérletezés után sikerült a műselymet bolyhos felülettel rövidebbre vágott, 3—15 cm hosszúságú rostok alakjában előállítani, amelyeket a meglévő (tehát átalakítására nem szoruló) textilgyári gépekkel ugyanúgy lehet fonni és szőni, mint a pamutot és akár egymagában, akár gyapjúval keverten ugyanúgy lehet feldolgozni, mint a pamutot. Németországban ezt a mesterséges úton előállított pamutot a cellulóz és a „Wolle“ szó egyesítéséből „Zellwolle“-nak nevezik. Maga a szál tulajdonképpen viszkózselyem, tehát azzal az eljárással készül, amelynek kezdettől fogva facellulóz volt a nyersanyaga. Németország számára ez a saját erdőségeiből előállítható ruhaanyag, a devizagazdálkodás megszabott rendje szerint nagyon fontos szerepet játszik, mert csökkenti a külföldi gyapjú- és pamutbehozatalt.

Alábbi táblázatok adatai meggyőzően bizonyítják, hogy a szükség következtében milyen erőteljesen nagyobbodott Németország műselyem- és műpamuttermelése az utóbbi években.

*A világ műselyemtermelése millió kg-ban kifejezve.*

|                        | 1913 | 1930 | 1933 | 1937 |
|------------------------|------|------|------|------|
| Németország .....      | 30   | 268  | 287  | 575  |
| Japán .....            | 01   | 163  | 444  | 1496 |
| Amerika .....          | 07   | 578  | 968  | 1416 |
| Anglia .....           | 30   | 227  | 363  | 543  |
| Itália .....           | 02   | 301  | 372  | 483  |
| Az egész világban .... | 110  | 2055 | 3025 | 5340 |

Valódi selymet 1913-ban 4 millió kg-ot importált Németország 150 millió márka értékben, 1933-ban már csak 0'55 millió kg-ot 8 7 millió márka értékben.

*A világ műpamuttermelése millió kg-ban kifejezve.*

|                   | 1930 | 1933 | 1937 |
|-------------------|------|------|------|
| Németország ..... | 25   | 54   | 1020 |
| Japán .....       | —    | 05   | 758  |
| Itália .....      | 03   | 52   | 709  |
| Anglia .....      | 03   | 18   | 159  |
| Amerika .....     | 02   | 10   | 91   |

Műselyemmel együttesen Németország 1937-ben kereken 160 millió kg műszálat termelt. A jelenlegi vezetőség a 4 éves terv alapján 1938 végére 200 millió kg-ra óhajtotta növelni a termelést, annak a mennyiségnek a felére, amelyet Németország *Hitler* kancellár kormányzása előtt évente igényelt. 1928-ban Németország kereken 490 millió márkát fizetett külföldi pamutért és gyapjúért. A műpamutra a nyersanyaggyártásban még nagy feladatok várnak. Minősége állandóan javul és sok tekintetben, mint a többi eleinte gyanakvással fogadott nyersanyag, túl fogja szárnyalni a természetes fonalak, a selyem, gyapjú, pamut minőségét. Nem alaptalan az a remény, hogy a műpamut a ruházatkodás új korszakát nyitotta meg az emberiség számára. Az egyik legutóbbi leipzig-i kiállításon egy fenyőfa mellé frakk volt odaállítva. Ennek minden része, még a *fekete festéke is, fenyőfából készült.*

Olaszországban a természetes gyapjúhoz nagyon hasonló kémiai összetételű és sajátságú, fonható és szőhető szálát készítenek a tej kazeinjéből. A műanyagot „lanital“-nak nevezik. *Olaszország 1937. évi lanitaltermelését 6 millió kg-ra becsülik.*

Cellulózvegyületekből nemcsak szálakat és szöveteket lehet előállítani. Nitrocellulóz (kollódium-gyapot) a *füstnélküli lőpor és a filmek anyaga.*

Kámforral és ricinusolajjal keverve és valamely oldószerben feloldva, ebből készülnek a nevezetes nitrocellulóz-lakkok is. (Zapon, Duco, stb.) Az acetilcellulóz nem tűzveszélyes, ezért repülőgépek bevonására az ebből készült *cellonlakkokat* használják. A filmek gyúlékonyságát is csökkenteni lehet acetilcellulózártéggel alkalmazásával. A celluloid néven ismert műanyag, az acetonlakkok s a különféle szórólakkok végeredményben mind cellulózból készülnek.

### *Műgumi.*

Rendkívüli jelentősége van a *műgumi előállításának* is. Németország és Amerika egyaránt igyekeztek függetlenek lenni a gumiültetvények árdiktatúrájától, főként azért, mert a változó gumiárakra nem lehetett autópárt építeni. 1 kg gumi ára 1910-ben 40 P volt, 1914—18-ban 8—12 P közt ingadozott, 1922-ben 2'60 P-re süllyedt, 1925-ben 21 P-re emelkedett, 1932-ben 60 fillérre zuhant le, 1937-ben pedig 2'20 P volt. Ily körülmények között úgyszólván gazdasági kényszerűség vezetett a természetes gumi pótlására. Az ipari eljárások alapanyaga a butadién nevű telítetlen vegyület, melynek különböző származékai gumyszerű anyagokká polimerizálhatók. Az először előállított „*metil-kaucsuk*” még igen bonyolult és költséges módon készült, rosszul vulkanizálódott és egyáltalán nem volt tartós. A németek acetilén-gázból kiindulva, fém nátriummal (újabbban vizes emulzióban) történő polimerizációval gyártják a *buna* elnevezésű műgumit, mely már sokban felülmúlja a természetes kaucsuk sajátosságait is. Feldolgozása nehezebb, de kopása kisebb, mint a természetes gumié. (A buna-pneumatikok a benzin és olaj, valamint a hő hatásának is jobban ellenállanak.) Ugyancsak acetilénből, de egyszerűbb eljárással gyártja az amerikai Dupont-cég a *chloroprén* és *duprén* (neoprén) nevű műgumit. Újabbban az amerikai *Thiocol Co.* még ennél is olcsóbban állít elő gumyszerű anyagot a krakk-gázok etilénjéből, amely bizonyos területeken (benzolálló műszaki cikkek gyártása) ugyancsak jól használható.

## A KORSZERŰ NYERSANYAGGAZDÁLKODÁS.

A korszerű és okszerű nyersanyag-gazdálkodás természetesen nemcsak a kémiai tudomány segítségét veszi igénybe céljai elérésére, hanem az államszervezés egész rendszerét is szolgálatába állítja.

A *termelési politikának* ki kell terjednie az ország területén még fel nem tárt új lelőhelyek erőteljes kutatására s törekednie kell a meglévő és eddig kellőképpen nem hasznosított nyersanyagok tökéletes feldolgozására. A termelés és fogyasztás céltudatos irányítása nem nélkülözheti az *iparpolitika* eszközeit, valamint az *elosztás és fogyasztás megszervezését* és ellenőrzését sem. A külföldi nyersanyagokkal való észszerű *takarékoskodás*, a *hulladékok* gyűjtése és értékesítése, a nyugodt *áralakulás* és nem hullámzó *munkabérek* szintén fontos szerepet játszanak az ország nyersanyaggazdálkodásában. Nem lényegtelen a *lélektani tényezők* szerepe sem: a nemzet céljainak szolgálatában lemondásokra is hajlandó, egységes közvéleményre van szükség. Ezen a téren fontos szerepe van a *propaganda* nevelő és felvilágosító munkájának, mellyel a fogyasztót a belföldi nyersanyagból készült cikkek és pótanyagok használatára serkentik.

A nyersanyaggazdálkodásnak az ország határain túlmenő problémái is vannak. Idetartozik elsősorban a *behozatal és kivitel* irányítása oly értelemben, hogy egyrészt a két tényező egymással mindig egyensúlyban legyen, másrészt lehetőleg csak nélkülözhetetlen nyersanyagokat importáljunk, a kivitelben pedig a készáruk játsszák a vezetőszerepet. Természetesen a külföldi nyersanyaglelőhelyek megszerzése (*gyarmat-kérdés*) ugyancsak elsőrendű érdek. Korszerű nyersanyaggazdálkodási elv továbbá az ú. n. *élettér* egységes megszervezése s az ezen belül fennálló eltérések kiegyenlítése is.

#### *Világverseny a kémia terén.*

A tudományos nyersanyaggazdálkodás módszereit vizsgálva, nem hagyható figyelmen kívül az a hatalmas fejlődés, mely e téren az utóbbi évtizedekben Amerikában mutatkozik. A múlt század elején, a kémiai iparban még az angoloké volt a vezetés; a múlt század végén és századunk elején már Németország volt „a kémia nemzete“, a világháború után pedig Amerika tört nagy léptekkel az élre. A világháború tanulságai alapján belátták, hogy *a tudományos kutatás hadseregeknél is többet érő fegyvereket adhat egyes nemzetek kezébe*. 1919-től 1924-ig közel egymilliárd pengőt, 1925—1929-ig további 4 milliárd pengőt áldozott Amerika kutató laboratóriumok létesítésére. Maga a petróleumipar évi 5 millió dollárt áldoz kutatásokra.

Az eredmény nem is maradt él. Rövid hónapok alatt utánozni tudták mindazt, amivel az akkori német vegyészet világfeltűnést keltett. Egymásután alkottak jobbnál-jobb szintetikus ammónia-gyárakat, megoldották a metanol-szintézist, a mesterséges karbamidgyártást, a műkaucsuk-készítést,

sőt utóbbi téren már ők voltak az új irányt mutatók. 1932-ben, amikor úgyszólván az egész világon elmélyült a gazdasági válság, és a német vállalatok a vegyészek százait bocsátották el, Amerika kémiai ipara tovább fejlődött és olyan színvonalat ért el, hogy az Amerikát járt német vegyészek fájdalommal jelentették hazájukban: kémiai fölényünk veszélyeztetve van.

Kémiai gondolatok, kísérleti megfigyelések ipari kémiai eljárásokká való kifejlesztéséhez sok pénz, nagyon sok pénz kell. Amerikában erre a célra korlátlanul áll pénz és nyersanyag rendelkezésre, sőt a nyersanyagbőség csaknem olyan gondokat okoz, mint Németországban a nyersanyaghiány.

Amerika energiaforrásai is csodálatosan nagyok. Hogy jó ideig ne fordulhasson elő olyan árvíz, aminőt a Mississippin okozott néhány év előtt, a jelenlegi elnök egyes folyók medrét szabályoztatta. Kitűnő alkalom volt ez a munka az eléggé kimélyült munkanélküliség leküzdésére is. Úgy mellesleg 25 milliárd Kw-óra elektromos energiát kaptak a folyamszabályozás során. Ha tudatosan kiépítenék a többi vízenenergia-előfordulásokat elektromos energiát termelő telepekké, 276 milliárd Kw-órát kapnának még évente. (Magyarország összesen mintegy 0'8 milliárd Kw-óra elektromos energiát termel csak.) Ezenkívül Amerikában még több milliárd köbméter, kiváló melegfűtőképességű földgáz is kihasználatlanul távozik a levegőbe.

A nyersanyaghiány és a nyersanyagbőség is fokozott munkára serkent és más-más célkitűzéseket érlel meg. Németország nyersanyagterületeket óhajt, Amerika olyan területeket, ahol nyersanyagait elhelyezheti. Németország most a saját felfogása szerint igyekszik Európa népeinek sorsát a magáéval összeegyeztetni. Amerika szintén ezt cselekszi és szintén a maga módján!

Amerika is keres hatásköri területet az amerikai ipar számára! Vegyészeinek, mérnökeinek, orvosainak szinte nemzeti feladatává tette megélhetést szerezni, az *életet tartósan lehetővé tenni a fehér faj számára a forró égővi vidékeken*. Lakhatóvá változtatni Felső-Brazíliát és az Amazon vidékét, általában az egész tropikus erdőövezet területét, az újvilág paradicsomát. A lakhatóvá tétel előmunkálatai megtörténtek már. Az orvostudomány a kémia segítségével egyszerű gyógyszerekkel le tudta küzdeni a maláriát, az álomkórt és csaknem valamennyi tropikus titokzatos betegséget. Hatálytalanná tudták tenni a mérges kígyók marását.

A kémia újabb feladata, *olcsó hideget fejlesztő anyagokat* találni és olyan közegeket is, amelyek tartják a hideget. A mérnökök hűthető auto-

mobilt, autóbust, vasúti kocsit, szállodát, mozikat és hűtött családi házakat terveznek olcsó, mindenki számára hozzáférhető hűtőköszülékkel és eljárással. A trópusi épületek szellemesen megszerkesztett hűtőszekrények lesznek, amelyek számára Feon néven már ma is szállít egy földgáz, klór és fluorból álló hűtőfolyadékot az amerikai kémiai ipar.

Elvitathatatlan, hogy a korszerű kémiai ipar kifejlesztésében Amerika sokat tanult Németországtól. De egy fontos dolgot tanult Németország is Amerikától. A mára, a mai életre vonatkozóan figyelhette meg, mennyi gazdasági zökkenőből mentette ki Amerika kémiai iparát az *automobil*, az az óriási számú automobil, amelynek előállításában tartja Amerika iparának nagy részét. *Dupont* azzal mentette meg a saját vállalatai sorsát, hogy megvette a General Motors-t és új autót kezdett építeni. Nemcsak új konstrukciót, tetszetős színű kocsikat gyártott. *Ford* híres T-autói mind feketeszínűek voltak, *Dupont* a háború végződése miatt leállított üzemű löpörgyárainak nitrocellulózát színes lakkokká dolgozta fel. A színes kocsik nagy tetszést arattak. A népaútó megszületése bizonyára az amerikai megfigyelések eredménye.

\*

A nyersanyaggazdálkodás tehát leghatékonyabb eszközét a tudományos kutatásban, elsősorban a kémiai kutatásokban találta meg. A nyersanyagbőség a termékek elhelyezése érdekében kényszeríti a gazdag nemzeteket a kémiai tudás felhasználására, a nyersanyaghiány pedig a szegény népeket készletileg leleményességre. Az éhség rossz tanácsadó — a közmondás szerint —, de lehet rendkívüli ösztökélő erő is. Ugyanezt mondhatjuk a nyersanyagéhségről is.

Az emberiség jóléte, vagy pusztulása, *a béke, vagy a háború egyaránt hatékony eszköz nyeri a kémia tudományában*. A kémia mindkét úton hasznos és készséges szolgálja a nemzeteknek. Háború esetén a pusztító erők minden fantáziát megcsúfoló fajait állítja csatasorba: küzdelmes korunkban sok példát találhatunk erre. Nem kétséges azonban, hogy a békegazdálkodás céljait is legalább ugyanilyen, ha nem hatékonyabb erővel tudja szolgálni. Az emberiség ma még bűvészinasként áll a kémia szellemével szemben. Talán nem utópia, ha hiszünk abban, hogy eljön az idő, mikor ezt a hatalmas munkatársat — a mai aránytalanságok és igazságtalanságok méltányos rendezése után — teljes erejével az *emberiség jóléte és boldogsága* érdekében lehet felhasználni.

# AZ ANORGANIKUS KÉMIA MAI ÁLLÁSA

ÍRTA  
GRÓH GYULA

**T**AGADHATATLAN, hogy a magát és fajtáját fenntartani igyekvő embert legelső helyen azok az anyagok érdeklik, melyekből ennek teste és tápláléka áll, vagyis azok az anyagok, melyeket organikus, szerves anyagoknak nevezünk. A *homo sapiens* azonban már nyilván a történelem előtti időben rájött arra, hogy nemcsak közvetlenül, hanem közvetve is meg lehet szerezni a mindennapi betevő falatot és hogy ennek megszerzésében az élettelen, szervetlen anyagok is kitűnő szolgálatot tehetnek annak, ki találékony és élelmes. — Élelmes embertársainkat ma is úgy jellemezzük, hogy a „jég hátán“ is megélnek. Bizonyára nem szenvedett ínséget az az ősember, ki ügyes volt a fegyverül használt kövek csiszolásában, a „lakás“ megépítésében, még akkor sem, ha minden idejét elfoglalták ezek a mesterségek. A tűzcsinálás szükségképen rá kellett hogy vezesse az embert a téglá, cserép, edényzet, sőt az üveg készítésére (a tűzhely „földje“ megkeményedett, ellen álló lett, netán salakszerű üveggé olvadt), a fémek kohászatára (a véletlenül tűzbe került ércből fém olvadt ki), evvel kapcsolatosan a bányászatra, az aranyra-ezüstre. Az aranycsinálás gondolata évszázadokon át nem haszon nélkül serkentette az alkémistákat, az anorganikus világ ilyen úton történő megismerése összevéve haladását jelentette az emberi kultúrának. (Ebben az esetben nem a cél szentesítette az eszközöket, hanem fordítva.)

A francia forradalom áldozatául esett *Lavoisier* merőben új utat nyitott a kémiai kutatásnak avval, hogy a mérleget ennek szolgálatába állította. A múlt század elején így alakul ki az *állandó és sokszoros súlyviszonyok törvénye* (*Proust*, illetőleg *Dalton*), ami az atomisztika mai alakjához vezetett (*Dalton*), vagyis mostani kémiai tudásunk egyik legfontosabb pillérének megépítéséhez.



A második főpillér *Avogadro-tól* származik, kinek tétele egyszerűen úgy szól, hogy az *egyenlő hőmérsékletű és nyomású gázok egyenlő térfogataiban egyenlő a molekulák száma*. Az egyforma állapotú gázok egyenlő térfogatainak súlya, e tételből önként folyóan, az illető gázok molekuláinak súlyával arányos. Így *Avogadro* tétele lehetővé tette a molekulásúly és vele együtt az atomsúly fogalmának bevezetését, ami hatalmas léptekkel vitte előre az anyagok szerkezetére vonatkozó ismereteinket.

*Dalton* és *Avogadro* pillérei nemcsak hogy nem inogtak meg az alatt a roppant teher alatt, mit a múlt évszázad kutatásai rájuk építettek, hanem ellenkezőleg, mind szilárdabbá váltak. Csak a század legvégén mutatkozott szüksége annak, hogy *Dalton* pillérét bizonyos mértékig másmilyennek lássuk, mint korábban, azonban ez a szilárdsági viszonyokon — mint látni fogjuk — mit sem változtatott. Hogy a mai helyzetet jól megértsük, előbb a múlt század legvégéről származó helyzetkép legfontosabb részleteit ismer-tetjük néhány pontba összefoglalva:

1. Az elemi testek legkisebb, oszthatatlan részecskékből, atomokból állanak. Egyugyanannak az elemnek az atomjai egymás közt mindenben (súly, nagyság, stb.) megegyezők. Viszonylagos és abszolút súlyukat kielégítő pontossággal ismerjük. A viszonylagos súly kifejezésére az *atomsúly* szolgál, melynek egysége az *oxigénatom súlyának  $\frac{1}{16}$ -od része*. (Ez igen csekély eltéréssel egyezik a hidrogénatom súlyával.) A különböző elemek atomsúlya az alább közölt periódusos rendszerben fel van tüntetve.

2. Az elemek gramm-atomsúlynyi mennyisége (pl. 16 gramm oxigén, 1 gramm hidrogén, stb.)  $6 \cdot 10^{23}$  darab atomból áll. Ezt a szörnyű nagy számot *Avogadro-féle* számnak nevezzük. Nagyságáról tájékoztasson a következő megfontolás: Képzeljük, hogy ez a sok atom 1—1 emberré változik, kik egyetlen teremben gyűlnek össze. Innen „gyorsan“ távozni akarván, oly nagy kapukat nyitnak, melyen másodpercenként egymillió ember léphet ki. Könnyű kiszámítani, hogy a terem kiürüléséhez 20 milliárd év szükséges. Ha az atomsúlyt az *Avogadro-számmal* osztjuk, egyetlen atom súlyát kapjuk eredményül (gramm-egységben kifejezve).

3. A különböző kémiai elemeket nem szabad egymástól merőben független teremtményeknek tekinteni. Hogy közöttük összefüggés van, és ez az elemek atomsúlyával kapcsolatos, azt az *elemek ú. n. periódusos rendszere* bizonyítja. Ezt a rendszert legelőször *Mendelejev* állította össze (1869) lényegileg úgy, hogy az elemeket atomsúlyuk nagysága rendjében írta egy-

*Az elemek periódusos rendszerére.*

| 0                   | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6  | 7                                       | 8   |
|---------------------|---|---|---|--|--|--|---|---|
| 2 Hélium<br>4-002   | 3 Litium<br>6-940                           | 4 Berillium<br>9-02                           | 6 Bor<br>10-82                                  | 6 Szén<br>12-00                          | 7 Nitrogén<br>14-008                       | 8 Oxigén<br>16-000                         | 9 Fluor<br>19-000                       |   |
| 10 Neon<br>20-188   | 11 Nátrium<br>23-007                        | 12 Magnézium<br>24-32                         | 13 Alumínium<br>26-97                           | 14 Szalicium<br>28-08                    | 16 Fosfor<br>30-98                         | 18 Kén<br>32-06                            | 17 Klór<br>35-457                       |   |
| 19 Argon<br>36-944  | 19 Kalcium<br>40-06<br>20 Cink<br>65-38     | 20 Szandium<br>45-10<br>21 Gallium<br>69-72   | 22 Titán<br>47-90<br>23 Arzén<br>74-91          | 24 Króm<br>52-01<br>24 Szelén<br>78-96   | 26 Vanádium<br>50-95<br>23 Arzén<br>74-91  | 26 Kadmium<br>112-41                       | 26 Mangán<br>54-93<br>26 Bróm<br>79-916 | 30 Vas, 27 Kobalt, 28 Nikkel<br>55-84 58-94 58-69       |
| 36 Kripton<br>81-7  | 37 Rubídium<br>85-48<br>47 Eszkó<br>137-880 | 38 Stroncium<br>87-63<br>48 Kadmium<br>112-41 | 39 Ittrium<br>89-92<br>49 Indium<br>114-76      | 40 Zirkonium<br>91-22<br>50 Ón<br>116-70 | 41 Niób<br>92-91<br>51 Antimon<br>121-76   | 42 Molibdén<br>96-0<br>52 Tellur<br>127-61 | 43 Mészium<br>—<br>53 Jód<br>126-92     | 44 Rétium, 43 Rézium 46 Palládium<br>101-7 102-91 106-7 |
| 54 Xenon<br>131-3   | 55 Cézium<br>132-91<br>79 Arany<br>197-2    | 56 Bárium<br>137-35<br>80 Hgany<br>200-61     | 57-71 Ritka földfémek*)<br>81 Tallium<br>204-39 | 72 Hafnium<br>178-6<br>82 Ólom<br>207-21 | 73 Tantal<br>180-88<br>83 Bismut<br>208-00 | 74 Wolfrám<br>184-0<br>84 Polónium<br>210  | 75 Rézium<br>186-91<br>85 —<br>—        | 76 Órzium, 77 Iridium, 78 Platina<br>191-5 193-1 195-23 |
| 86 Raszadéki<br>222 | 86 Rádium<br>226-05                         | 86 Aktínium<br>—                              | 86 Aktínium<br>—                                | 86 Torium<br>232-1                       | 86 Protaktínium<br>—                       | 86 Uránium<br>238-14                       |   |   |

\*) Ritka földfémek: 57 Lanthán, 58 Cérium, 59 Praseodim, 60 Neodim, 61 Ilmium, 62 Samarium, 63 Europium, 64 Gadolínium, 65 Terbium, 66 Dysprosium, 189-93 140-13 140-92 144-27 — 150-43 152-0 187-3 189-2 185-46

87 Holmium, 88 Erbium, 89 Tullium, 70 Itterbium, 71 Ceszopédium  
163-5 167-4 169-4 175-04 175-0

Az elemek neve előtt álló számok az illető elemek rendszámát jelentik, a nevek alatt levők pedig az atomtömegeket.  
A hidrogén, melynek rendszáma 1 és atomtömege 1-0078, nincs felvéve a táblázatba.

más mellé, a vízszintes sorokat csak akkor szakítván meg, midőn olyan elemekhez érkezett, melyeknek tulajdonságai bizonyos hasonlatosságot mutatnak a már korábban felírt elemek egyikéhez. Az így felírt rendszerben már most az egymás alatt szereplő elemek úgy fizikai, mint kémiai tulajdonságok tekintetében hasonlatosak. Ezenfelül azonban sok más törvényszerűség is megállapítható a rendszerben elfoglalt helyzet és a tulajdonságok között. *Mendelejeff* rendszere azonban különösen eredeti formájában sok-sok rejtélyt és látszólagos ellentmondást is tartalmazott, amelyek nem ok nélkül valósággal izgatták, serkentették a kutatókat. Évtizedeken keresztül vezércsillaga volt ezért a periodusos-rendszer a kutatásnak és bizonyos fokig még ma is az. Könnyen megérthető a serkentő hatás egyik iránya a következőből: *Mendelejeff* nem kicsiny számú helyet üresen hagyott a rendszer felírásánál, hogy a felírt elemek hozzájuk hasonlóak alá kerüljenek. Az illető rubrikák üresen hagyásával azonban akarva-nemakarva jóslásokba bocsátkozott, mert ugyancsak kézenfekvő volt arra gondolni, hogy a kérdéses helyekre olyan elemek tartoznak, melyek akkor még felfedezetlenek voltak. Minden üresen maradt hely önként elárulta az illető felfedezetlen elem közelítőleges atomsúlyát, sőt azok lényegesebb fizikai és kémiai tulajdonságait is. A scandium, gallium és germánium felfedezésének például ilyen módon *Mendelejeff* írta meg az ante-aktáját a nélkül, hogy valaha is látta volna ezeket az elemeket. *Ma már csak két helyet látunk üresen, a 85. és 87. rendszámú, eddig ismeretlen elemét.*

4. A vegyületek molekulái atomokból tevődnek össze. Egyugyanannak a vegyületnek a molekulái egymás között mindenben (súly, nagyság, stb.) egyformák. Azt, hogy valamely vegyület molekulái milyen és hány atomból állanak, képlettel juttatjuk kifejezésre. A kalciumkarbonát (mész, márvány, stb.) képlete —  $\text{CaCO}_3$  — például azt jelenti, hogy e vegyület legkisebb részecskéi (molekulái) 1—1 atom kalciumot (Ca) és szenet (C), továbbá 3 atom oxigént (O) tartalmaznak, önként értendődik, hogy *a molekulák súlya az őket alkotó elemek atomjai súlyának összegével egyenlő*. Ha a molekulásúlyt az előbb említett ylvogadro-féle számmal elosztjuk, egyetlen molekula súlyát kapjuk meg ugyancsak gramm-egységben kifejezve.

Ha a különböző vegyületek képletét vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a különböző elemek egy-egy atomja különböző számú hidrogén-, klór-, stb. atommal képes vegyülni. így a konyhasó (NaCl), magnéziumklorid (MgCl<sub>2</sub>), alumíniumklorid (AlCl<sub>3</sub>), sztanidklorid (SnCl<sub>4</sub>) képlete azt mutatja, hogy a nátriumatom egy, a magnéziumatom két, az alumíniumatom három, a szilícium-

ciumatom négy klóratommal vegyül. A kémiai kötést, kapcsolódást az ú. n. *vegyértékeknek* szokás tulajdonítani, röviden azt mondván, hogy minden elem *annyi vegyértékű, mint a hány hidrogén-, illetőleg klóratommal képes az illető elem egy-egy atomja vegyülni*. Ilyen értelemben a Na-atomok 1, a Mg-atomok 2, az Al-atomok 3, az Sn-atomok pedig 4 vegyértékűek.

Vannak elemek, melyek *többféle vegyértékkel* szerepelnek különböző vegyületeikben. Különösen a periodusos-rendszer jobboldali feléri található elemek mutatnak ilyen változó vegyértékűséget. Ha ezeknél a legalacsonyabb és legmagasabb vegyértékszámot tartjuk szem előtt, a periodusos-rendszer következő érdekes törvényszerűségét figyelhetjük meg: A O-jelzésű függőleges oszlopba tartozó ú. n. *nemes gázok* (hélium, neon, argon, kripton, xenon és emanáció) zérus vegyértékűek, mert a tapasztalás szerint ezek semmiféle vegyületet nem képeznek. Az 1, 2, 3 és 4 jelzésű oszlopba tartozó elemek (mint az előző bekezdésben mondott példák is mutatják) rendre 1, 2, 3, illetőleg 4 vegyértékűek. Az 5, 6, és 7 jelzésű oszlopba sorolt elemek legmagasabb vegyértéke rendre 5, 6, illetőleg 7, míg legalacsonyabb vegyértéke ugyancsak rendre 3, 2, 1. Tehát a periódus-rendszer vízszintes sorain balról jobbra haladva és a legmagasabb vegyértékkel számolva a vegyérték lépcsőzetesen 0-tól 7-ig emelkedik, ha pedig a legalacsonyabb vegyértékeket vesszük tekintetbe, a vegyértékszám 0-tól 4-ig emelkedik, onnan ismét lépcsőzetesen csökken.

A klasszikus (múlt század végi) kémia és fizika a vegyülesnél szereplő kémiai erőket nem volt képes kellően értelmezni, és vele együtt természetesen a vegyérték fogalma is nélkülözötte a kielégítő, mélyebb magyarázatot. Ezek a problémák századunk elején még misztikus ködbe voltak burkolva. A legújabb kutatások sok érdeme közt nem a legkisebb az, hogy — mint alább látni fogjuk — ezt a ködréteget, ha nem is minden részletében, de lényegileg mindenestire, átvilágította.

5. Nemcsak az anyag, hanem az elektromosság is atomos természetű. Ezt következtetjük többek közt az *elektrolitos disszociáció* és az *elektrolízis* jelenségéből. A dolog így áll: Ha az anorganikus vegyületeket, elsősorban az erős savakat, erős bázisokat és sókat vízben oldjuk, azok molekulái nem maradnak „egy darabban“, úgy ahogyan ezt az illető vegyületek képlete kifejezi, hanem olyan részekre (ionokra) bomlanak, melyeknek pozitív, illetőleg negatív elektromos töltésük van (*kationok*, illetőleg *anionok*). Ha például a sósavgázt (HCl) vízben oldjuk, a kapott oldatban *egymástól külön álló*, szabad elektromos töltéssel ellátott hidrogén-, — illetőleg klóratomokat

kell feltételeznünk. Röviden azt mondjuk, hogy a sósavgáz molekulái a vízben való oldás alkalmával hidrogénionokra és klórionokra disszociálódnak:  $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ . Hasonló a sorsa a kénsavnak ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) is, mely vízben oldáskor pozitív töltésű  $\text{H}^+$ -ionokra és negatív töltésű ( $\text{SO}_4$ )<sup>-</sup>-ionokra bomlik. Ilyen a nátriumhidroxid is, melyből oldáskor  $\text{Na}^+$ -ionok és negatív töltéssel ellátott hidroxilionok ( $\text{OH}^-$ ) keletkeznek.

Hogy az ionok elektromos töltése valójában honnan ered, arra nézve a klasszikus kémia ép oly kevésbé tudott megfelelni, mint a vegyérték természetének kérdésére. De annyit ki lehetett deríteni, hogy a két probléma (vegyérték és töltés) szorosan összefügg. Világossá válik ez, ha az ionok elektromos töltésének nagyságát vizsgáljuk, melyet az elektrolízis közelebbi tanulmányozása tett lehetővé. Kiderült így, hogy a legkisebb töltés, melyet egyetlen ion viselhet,  $4.77 \cdot 10^{-10}$  elektrosztatikus egység, vagyis egy egységnek közel kétmilliárdad része. *Az egyes ionoknak már most vagy ennyi a töltése, vagy e mennyiség kétszerese, háromszorosa, vagy négyszerese és pedig általában — ez különösen nevezetes — annyiszorosa, mint a hány vegyértékű az illető elem.* Az előbb kétvegyértékűnek mondott magnéziumion tehát kétszer akkora pozitív töltést visel, mint az előbb említett hidrogénion. Az alumínium- és sztaniumionoknak pedig 3-szor, illetőleg 4-szer ekkora az elektromos töltésük. Ezt a körülményt az ionok jelében is kifejezésre juttatjuk így:  $\text{H}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ,  $\text{Sn}^{++++}$ . Az anionoknál egészen hasonló a helyzet, csak a töltés előjele ellentétes.

Az egyértékű ionok elektromos töltése — például a hidrogénionoké vagy a klórionoké ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) — az elektromosság atomnyi, legkisebb mennyisége. Lényeges már most, hogy számos, tisztán fizikai jelenségnél is találkozunk ugyanevvel az ú. n. *elemi töltéssel, mint az elektromosság oszthatatlan, atomnyi mennyiségével.* Ugyanakkora negatív töltésük van az *elektronoknak*, akár az alább ismertetett  $\alpha$ -sugárzás, akár a katód-sugarak, stb. alakjában figyeljük meg ezeket. A pozitronoknak — melyekről szintén később lesz szó — ugyancsak ekkora pozitív töltésük van.

6. A múlt század-végi helyzetképet még a galván elemek elméletének kialakulásával és a termodinamika tételeinek kémiai vonatkozású alkalmazásaival kellene kiegészítenünk. Az elsőt későbbre hagyjuk, mert a közbül elmondandók világosabbá teszik a magyarázatot. Az utóbbiról annyit említünk meg, hogy a termodinamika két főtétele, nevezetesen az *energia-megmaradás* és az *energia-átalakulás* tételét, melyeket eredetileg tisztán fizikai

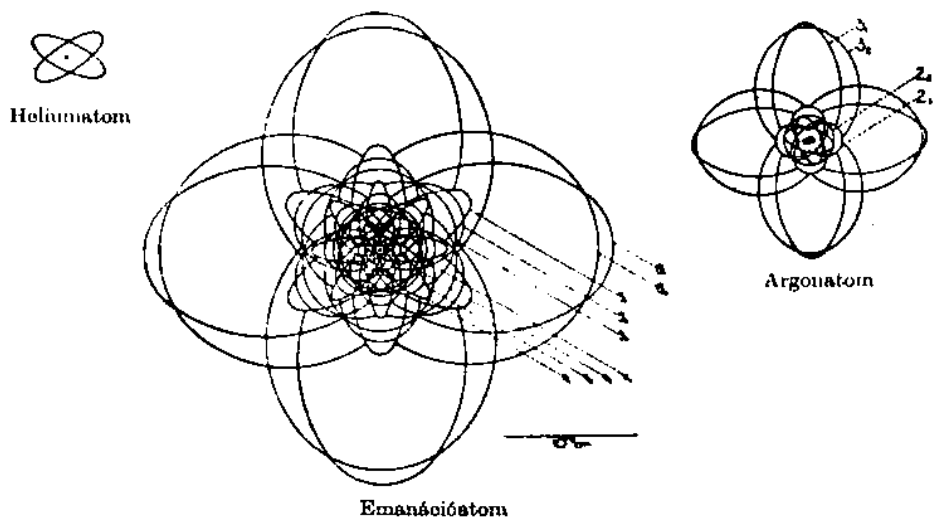
jelenségekre vonatkoztattak, a *kémiai átalakulásokra nézve is mindenben érvényesnek találták*. Nagyban hozzájárult ez a felismerés a kémiai átalakulások, főként a kémiai egyensúlyok elméletének kifejlesztéséhez. Ezeknek a tisztán elméleti vonatkozásoknak taglalásába nem bocsátkozhatunk, csupán egy részletet emelünk ki gyakorlati vonatkozásai kedvéért, nevezetesen a termodinamika első főtételének egyik alakját, amely kémiai „rendszerek“ esetében általánosságban így szól: Ha *meghatározott* állapotú (halmazállapotú, hőmérsékletű, nyomású, stb.) anyagok kémiaiilag átalakulván egy *meghatározott* végső állapotba jutnak, a termelt hő mennyisége is *meghatározott* nagyságú lesz és ez a *hőmennyiség merőben független attól*, hogy milyen úton-módon, milyen közbeneső állapotokon keresztül jutott az anyag a meghatározott kiindulási állapotból a meghatározott végállapotba. Egy gyakorlati példa sejtetni engedi e tétel jelentőségét: Ha egy métermázsa kőszenet (ez a „kezdet-állapot“) levegőben elégetünk, tudvalevőleg főként széndioxid és víz keletkezik égéstermék gyanánt. (Ez a „végállapot“.) A folyamat közben termelt hő mennyisége már most merőben független attól, hogy milyen úton történik a széndioxid és víz termelése. Tehát ugyanakkora hőmennyiséget kapunk eredményül, akár közvetlenül pl. rostélyon tüzeljük el a szenet, akár pl. világítógáz gyártásra használjuk fel és a nyert összes termékeket, gázt, kátrányt, kokszot külön-külön égetjük el széndioxiddá és vízzé. Ez az elméleti tétel természetesen nem érinti a gyakorlat különleges szempontjait, melyeket függetlenül kell számításba venni. Ilyen pld. az a kérdés, hogy az égést miképpen tudjuk végrehajtani és milyen veszteségek keletkeznek az ideális égéshez képest a valóságban.

\* \* \*

Az az esztendő (1896), melyben Hazánk ezeréves fennállását ünnepeltük, egyben születési éve a kémia és fizika olyan korszakának, melyhez természettudományos termékenység dolgában csak a *Daltont* és *Avogadrot* követő évszázadot hasonlíthatjuk. Ebben az évben fedezte fel *Becquerel* a *radioaktivitás* jelenségét, a megelőző évben felfedezett *Röntgen-sugárzás* nyomán. *Dalton* és *Avogadro* idejében más volt a helyzet, mint *Becquerel*-ében. Mostanság sokkal több műhelye, szentélye van a tudományos kutatásnak, mint akkoriban. Az eredmény nem is maradt el. Még annak a szerencsétlenségnek ellenére is, mely a világra 1914-ben zúdult, megállás nélkül lázas sietséggel folyt és folyik a munka, hogy mielőbb kiaknázzák a korábban nem is sejtett csodás tudományos kincset, melyre a Röntgensugárzás és

a radioaktivitás felismerése vezette rá a világot. Az azóta eltelt négy évtized alatt a tudomány épülete azelőtt nem is képzelt magasságúra épült és pedig *a nélkül, hogy a korábbi épületeket le kellett volna rombolni.*

Az anyag szerkezetére vonatkozólag előállott új helyzetkép legjellemzőbb vonásául annak felismerését kell tartanunk, hogy *elemek atomjai, melyeket Dalton legkisebb és oszthatatlan részecskéknek tekintett, részben vannak összetéve.* A Bohr-féle atommodell szerint, melyről néhány elemre nézve a mellékelt 1. ábra tájékoztat, úgy kell az atomokat elképzelnünk, hogy *minden atom középpontját pozitív elektromos töltésű atommag képezi és e körül bolygók módjára negatív elektronok keringenek.* Az atommagokról is és a keringő elektronokról is külön-külön sok mondanivalónk van.



1. ábra. Néhány elem Bohr-féle atommodellje.

Az *atommagok* tömege, súlya, aránylag nagy, a keringő elektronoké pedig viszonylagosan elenyésző. (Az elektron tömege a hidrogénatoménak mindössze 1/1830-ad része.) A különböző elemek atommagjai különböző nagyságú pozitív töltést viselnek. *A pozitív töltések száma annyi elemi töltés, mint amennyi az illető elem rendszáma a periódusos rendszerben.* Mindjárt hozzátesszük, hogy a mag körül a keringő negatív elektronok száma

ugyanennyi és ezért a teljes atom kifelé elektromosan semleges. Nevezetes már most, hogy az atommagok is összetettek. *A radioaktív elemek atommagjait éppen az jellemzi, hogy ezek önmaguktól, minden külső beavatkozás nélkül felbomlanak és egyben kémiai értelemben is átalakulnak.* Más elemeknél pedig mesterségesen lehet az atommagokat bomlásra bírni. (Atom-bontás, mesterséges elemátalakítás, mesterséges radioaktivitás.)

A radioaktív elemek atommagjaiból vagy  $\alpha$ -, vagy  $\beta$ -részecskék törnek elő. (Utóbbiak kilövellődését rendszerint a Röntgensugárzással lényegileg megegyező tulajdonságú  $\gamma$ -sugárzás kíséri.) Az  $\alpha$ -részecskék lényegileg a héliumatomok magjai, melyek — mint atommagok — pozitív töltést viselnek, szám szerint két elemi pozitív töltést. (A hélium a periódusos-rendszerben a 2. elem.) Ezek hatalmas sebességgel törnek elő a radioaktív elemek atommagjaiból, kezdő sebességük 15.000—22.000 kilométer másodpercenként. A  $\beta$ -részecskék alapján véve radioaktív elemek *magjaiból* eredő negatív elektronok, melyeknek még nagyobb a kezdő sebességük, 100.000—300.000 kilométer másodpercenként.

Az  $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -részecskék kilövellése természetesen megváltoztatja az atomok tulajdonságait, melyekből a kilövellés történt. Egyrészt csökken a tömegük: Ha  $\alpha$ -részecske távozott a magból, a tömegcsökkenés az atom-súly egységeiben kifejezve kereken 4, mert ennyi a hélium atomsúlya. A tömegcsökkenés  $\beta$ -részecskék kibocsátásakor azonban elenyésző, mert — mint mondtuk — a  $\beta$ -részecskéknek (elektronoknak) az atomokéihoz képest igen kicsiny a tömegük. Lényegesebb ennél, hogy az  $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -részecskék távozása az atommag pozitív töltéseinek számát megváltoztatja,  $\alpha$ -részecskék kilövellésekor az atommag pozitív töltéseinek száma kettővel csökken (láttuk u. i., hogy az  $\alpha$ -részecskék két pozitív töltést viselnek), a  $\beta$  részecskék kisugárzása pedig egy egységgel növeli a mag pozitív töltéseinek számát. (Ha u. i. az eredetileg pozitív töltésű magból negatív töltés távozik, a maradvány szabad pozitív töltése szükségképpen növekszik.) Tudva már most, hogy *az elemeknek a periódusos rendszerben elfoglalt helyét, vagyis rendszámát és vele együtt kémiai tulajdonságait az atommag pozitív töltéseinek száma szabja meg*, eleve megmondható, hogy milyen kémiai tulajdonságúvá válik valamely elem, ha atomjaiból 1—1  $\alpha$ -, illetőleg  $\beta$ -részecske távozik. Jól megfigyelhető ez, ha a mellékelt uránium-rádium-családfa adatait a periódusos rendszer adataival egybevetjük. Például az uránium (rendszám 92) atomjai  $\alpha$ -részecskéket lövellvén ki, a belőle származó uránium-Xi nevű elem kémiai értelemben véve szükségképpen tórium



## Az uránium-családja elemei.

| Név                          | Jel               | Atom-<br>súly<br>(lekere-<br>lítve) | Rend-<br>szám | Kémiai<br>típus | Sugár-<br>zás                   | Felételti idő    |
|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|------------------|
| Uránium I .....              | UI                | 238                                 | 92            | Uránium         | $\alpha$                        | 4500 millió év   |
| Uránium X <sub>1</sub> ..... | UX <sub>1</sub>   | 234                                 | 90            | Tórium          | $\beta, \gamma$                 | 24 nap           |
| Uránium X <sub>2</sub> ..... | UX <sub>2</sub> ? | 234                                 | 91            | Protakt.        | $\beta, \gamma$                 | 1-17 perc        |
| Uránium II .....             | UII               | 234                                 | 92            | Uránium         | $\alpha$                        | 1 millió év      |
| Uránium Y .....              | UY                | ?                                   | 90            | Tórium          | $\beta$                         | 25 óra           |
| Ionium .....                 | Io                | 230                                 | 90            | Tórium          | $\alpha$                        | 76.000 év        |
| Rádium .....                 | Ra                | 226                                 | 88            | Rádium          | $\alpha, \beta$                 | 1580 év          |
| Rádiumemanáció .....         | RaEm              | 222                                 | 86            | Emanáció        | $\alpha$                        | 3-82 nap         |
| Rádium A .....               | RaA               | 218                                 | 84            | Polónium        | $\alpha$                        | 3-0 perc         |
| Rádium B .....               | RaB               | 214                                 | 82            | Ólom            | $\beta, \gamma$                 | 26-8 perc        |
| Rádium C .....               | RaC               | 214                                 | 83            | Bizmát          | ( $\alpha$ )<br>$\beta, \gamma$ | 19-7 perc        |
| Rádium C' .....              | RaC'              | 214                                 | 84            | (Polónium)      | $\alpha$                        | 0-000001 m.-perc |
| Rádium C'' .....             | RaC''             | 210                                 | 81            | Tallium         | $\beta$                         | 1-32 perc        |
| Rádium D .....               | RaD               | 210                                 | 82            | Ólom            | $\beta, \gamma$                 | 16 év            |
| Rádium E .....               | RaE               | 210                                 | 83            | Bizmát          | $\beta, \gamma$                 | 5-0 nap          |
| Rádium F (Polónium) ..       | RaF               | 210                                 | 84            | Polónium        | $\alpha$                        | 136 nap          |
| Rádium G .....               | RaG               | 206                                 | 82            | Ólom            | —                               | —                |

lesz, mert a rendszám 2-vel csökken, vagyis 90-re esik. Folytatólag: az uránium-Xi-ből B-részecskék kisugárzása folytán olyan elem keletkezik, melynek kémiai tulajdonságai a protaktiniuméval egyezőek (mert a rendszám

1-el növekszik, tehát 91 lesz), stb. A radioaktivitás jelenségével tehát szükségképpen együttjár ez illető elemek kémiai tulajdonságainak átváltozása.

A radioaktív elemek legeslegtöbbszínél az önkéntes bomlás nem fejeződik be egyetlen  $\alpha$ - vagy  $\beta$ -részecske kibocsátásával, hanem — mint most is láttuk — a bomlás egész sorozatban folytatódik tovább. Például az uránium atomjainak fokozatos bomlása csak akkor ér véget, ha ez a 238-as atomsúlyú elem 206-os atomsúlyúvá bomlott le, mely elem kémiai értelemben véve az ólommal mindenben megegyező tulajdonságú. Így a sorozatos lebomlás egész családfájáról beszélhetünk. (Lásd a mellékelt táblázatot. Megjegyezzük, hogy az uránium-rádium-családfán kívül még két, hasonló családfa ismeretes, a protaktinium és a tórium családfája.) A bomlások nem történnek minden atomnál egyszerre. Ha például egy bizonyos mennyiségű rádiumunk van (ez persze meghatározott számú rádiumatomból áll), akkor olyanformán vagyunk, mintha egy nagy városunk volna meghatározott számú lakossal. E lakosok nem egyszerre halnak meg, hanem majd egyik, majd másik. Éppen így rádiumatomjainknak majd egyike, majd másika bocsát ki egy-egy  $\alpha$ -részecskét, hogy így emanációvá alakuljon. Azt az időtartamot, mely szükséges, hogy meghatározott (nagyszámú) atomok felénél bekövetkezzék az átalakulás, *felezési időnek* nevezzük. Mint a most említett táblázat adataiból láthatjuk, a különböző radioaktív elemek felezési ideje ugyancsak különböző, az urániumé 4500 millió év, a RaC'-elemé pedig egymilliomod másodperc.

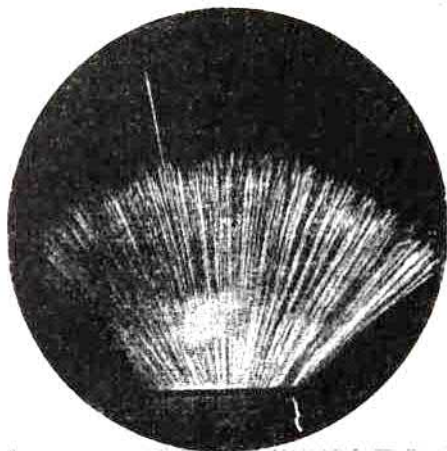
Nem lehet ennek az áttekintő kis fejezetnek célja, hogy apróra megmagyarázzuk, miként volt lehetséges az elmondott törvényszerűségek kiderítése. De annyit elmondhatunk, hogy lényeges szerep jutott ebben az  $\alpha$ - és  $\beta$ -részecskék nagy sebességéből folyó hatalmas kinetikai energiájának és annak, hogy ezek a részecskék szabad elektromos töltést viselnek. Ezen okoknál fogva az  $\alpha$ - és  $\beta$ -részecskék fölöttébb aktívok és olyan hatásokat képesek létesíteni, melyek lehetővé teszik, hogy ezeket a részecskéket akár egyenként szemmel megfigyelhessük, vagy akár automatikus berendezéssel megszámlálhassuk, kilövellésüket füllel hallhatóvá tehessük, sőt útjukat lefényképezhessük.

Ha pl. a mondott  $\alpha$ -részecskék kristályos cinkszulfidfelületre ütköznek, e parányi lövedékek becsapási helyén egy-egy pillanatig tartó, de sötét helységben mikroszkóp alatt mégis jól látható felvillanások (szcintillációk) lépnek fel.

A levegőt az  $\alpha$ - és  $\beta$ -részecskék oly módon ionizálják, hogy a gázmolekulákból keringő elektronokat taszítanak ki, miáltal a maradvány-atomok pozitív töltésű iónokká lesznek, másrészt a kiteszított elektronok más gázatomokhoz csatlakozván, ezeket negatív iónokká alakítják. Egyetlen «-részecske néhány centiméteres útjában ilyképpen a levegőben pár százezer gáziónpárt létesít, melyek jelenléte folytán a levegő elektromosan vezetővé válik. Ezek az iónok ugyanis az ellentétes elektromos töltésű elektródokhoz vándorolnak és éppúgy vezetik át az elektromosságot a gázon, mint a folyadék-ionok az oldatokon. Ezen a hatáson alapszik a radioaktivitás

elektroszkópos mérése, avagy a részecskék ú. n. csúcscsámlálóval való számlálása.

Az egyes  $\alpha$ - és  $\beta$ -részecskék útjának láthatóvá tételét és lefényképezését a *Wilson-f. ködkamra* teszi lehetővé. Ennek elve a következő: Gondoljuk el, hogy egy dugattyús hengerbe valamely gáz van bezárva és mi a dugattyút hirtelen kifelé húzzuk. Ilyenkor a gáz kitágul és ezenközben szükségképpen lehűl. Ha a gáz eredetileg vízgőzzel telítve volt, a lehülésnek az lesz a további következménye, hogy a vízgőz egy része ködcseppecskék alakjában kicsapódik. Megállapítható azonban, hogy a ködcseppek képződése elmarad, ha a gáz teljesen

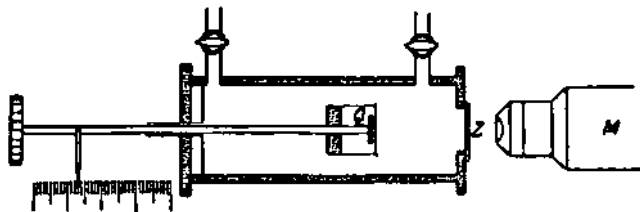


2. ábra.  
Wilson-kamra felvétel  $\alpha$ -részecske nyalábról.

pormentes, mert — ilyen kísérletnél — rendszerint a szemmel láthatatlan kis porszemecskék képezik a göcöket, melyekre a vízgőzmolekulák rácsapódnak, és így a ködcseppek képződését lehetővé teszik. Nevezetes már most, hogy ilyen göcök gyanánt minden levegőión (gázión) is működhetik. Ha tehát az említett hengerben, melynek levegője teljesen pormentes, «-részecskét szolgáló radioaktív anyag van, az ezek útja nyomán keletkező iónok mindegyike ködcseppek göca lesz. így az «-részecskék útját ködcseppek sorozata — ködcseppek alkotta vonal — jelzi, mely jól látható és fényképezhető. Ilyen *Wilson-kamra* fényképfelvételt látunk a 2. képen. Az ecsetszerűen szétmenő vonalak mindegyike 1—1 «-részecske útját mutatja. Az  $\alpha$ -részecskék, mint láthatjuk,

csak meghatározott távolságra (néhány centiméternyire) jutnak a levegőben. Ez azért van, mert sebességük csökkenésével hozzájuk 2—2 elektron csatlakozván, belőlük elektromosan semleges héliumatomok válnak és ezzel egyidejűleg ionizáló hatásuk megszűnik.

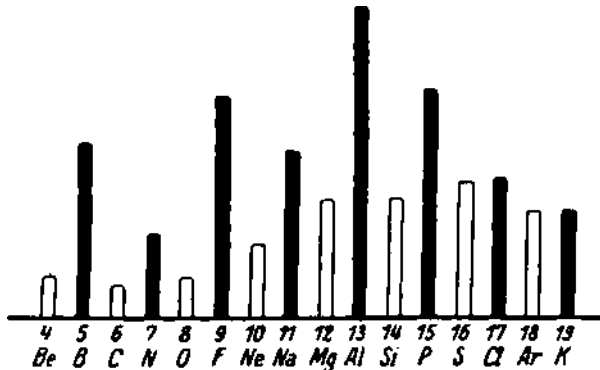
A radioaktív elemek azért lövelnek ki  $\alpha$ - vagy  $\beta$ -részecskéket, mert atommagjaik nem stabilis alakulatok, tehát arra vannak ítélve, hogy előbb-utóbb önmagáktól felbomoljanak. A többi, tehát nem radioaktív elemek atommagjai ezzel szemben stabilis egyensúlyban levő rendszernek tekintendők. Utóbbiak stabilitását azonban mesterségesen, külső behatásokkal megzavarhatjuk. Az első ilyen kísérletet 1920-ban *Rutherford* nitrogénatomo-



3. ábra.  
RUTHERFORD és CHADWICK atomromboló készüléke.

kon végezte olyan módon, hogy a nitrogéngázt  $\alpha$ -részecskék hatásának tette ki. Készülékének berendezése a 3. rajzból látható. Az  $\alpha$ -részecskéket szolgáltató radioaktív készítményt Q-nál helyezte el, a nitrogéngáz pedig a körülötte levő hengeres teret töltötte be. Az  $\alpha$ -részecskék a Z cinkszulfid-ernyőn szcintillációkat okoznak, melyek az M mikroszkóppal megfigyelhetők. Ha a radioaktív készítményt az ernyőtől oly messze helyezte el, hogy oda már az  $\alpha$ -részecskék nem juthattak el (vagyis a Q és Z közti távolság nagyobb volt, mint az  $\alpha$ -részecskék hatótávolsága), még mindig észlelhetők voltak szcintillációk, noha jóval gyengébbek, mint az  $\alpha$ -részecskék által okozottak. E gyenge szcintillációkat előidéző részecskék tömegét abból az eltérítésből lehetett megállapítani, melyet a részecskék pályájára a mágneses, illetőleg elektromos tér gyakorol. Így kiadódott, hogy a kérdéses részecskék lényegileg *hidrogénatommagok*, más néven *protonok*, melyek — miután a hidrogén a periódusos rendszerben az 1. helyet foglalja el — egy pozitív töltést viselnek. Utóbb sok más elem atommagjából sikerült hasonló módon protonokat elkülöníteni és így általánosságban kimondható, hogy a protonok sok más elem atommagjának alkatrészét képezik.

Az a-részecskék atommagbontó hatásának mérlegelésénél vegyük tekintetbe e részecskék óriási kinetikai energiáját. Egyszerű számítás azt eredményezi, hogy *1 gramm* a-részecskének kinetikai energiája maximálisan kerekén *20.000 tonnakilométerrel* egyenlő, vagyis akkora energiával, mint amennyivel 20.000 tonnát 1 kilométer magasságra lehetne emelni. Az a-részecskék képezik a „legkoncentráltabb” energiaforrást, a legnagyobb energiájú bombákat vagy lövedékeket, melyeket egyáltalán ismerünk. A legrombolóbb robbantóanyagok energiája — szintén egységnyi tömegre (súlyra) vonatkoztatva — elenyésző csekélységnek mondható az a-részecskék energiájához képest. Ennek a nagy kinetikai energiának kell tulajdonítani, hogy



4. ábra.

Néhány könnyű elemből származó proton hatótávolsága.

az a-részecskék megbolygatni képesek a különben stabilis atommagok egyensúlyát.

Az a-részecskékkel való bombázás hatására a különböző elemek atommagjaiból kilótt protonok különböző energiával hagyják el a kérdéses atommagokat. *Energiájuk* hatótávolságukból ítélhető meg, vagyis *abból a távolságból, amennyire ezek pl. közönséges nyomású levegőben eljutni képesek.* Néhány elemre nézve az ilyen hatótávolságokat a 4. rajz tünteti fel. Ha a hatótávolság aránylag nagy, az arra vall, hogy a kérdéses elem atomjainak magjai — melyekből a protonok származnak — kevésbé stabilisak. Feltűnik ebből az összeállításból, *hogy a páros rendszámú elemek atommagjai a felfogás értelmében stabilisabbak, mint a páratlan rendszámúakéi.* Nyilván nem véletlen, hogy Földünk számunkra hozzáférhető részének 85%-a páros rendszámú elemekből áll.

Térjünk vissza ismét az 520. lapon közölt táblázatra és figyeljük meg annak ötödik függőleges oszlopát, melyben azt tüntettük fel, hogy az urániumatomok fokozatos lebomlása során keletkező és folytatólag lebomló atomok *kémiai* tulajdonságai melyik elem kémiai tulajdonságait mutatják. Többek közt azt látjuk ebből a táblázatból, hogy a rádium-B, a rádium-D és a rádium-G nevű elemek kémiai értelemben véve tulajdonképpen ólomféleségek. Tulajdonságaik a közönséges óloméival annyira egyezők, hogy ezeket az elemeket egymástól, vagy a közönséges ólomtól semmiféle kémiai eljárással nem lehet elkülöníteni. A felsorolt elemeket és a közönséges ólomot röviden *ólomizotópoknak* nevezzük, mert a periódusos rendszerben *egy* helyre kell őket beosztani, a közönséges ólom helyére. Analóg módon — ugyancsak az 520. lapon közölt táblázat alapján — bizmutizotópokról (rádium-C és rádium-E), poloniumizotópokról (rádium-A, rádium-C' és rádium-F), avagy uránium-, tórium- és protaktiniumizotópokról is beszélhetünk. Hasonló izotópokkal találkozunk a már említett, de közelebbről nem ismertett protaktinium- és tórium-családfa elemei között is.

Az izotópja jelensége arra tanít, hogy *az elemek kémiai tulajdonságait nem az atomsúly, hanem az atommagok pozitív töltéseinek száma, vagyis a rendszám határozza meg*. Mert íme: a most említett radioaktív ólomféleségek (RaB, RaD), illetőleg nem radioaktív ólomféleségek (RaG, közönséges ólom) atomsúlyaik eltérő volta ellenére (a megfelelő atomsúlyok rendre: 214, 210, 206, 207) kémiailag mindenben egyező tulajdonságokat mutatnak.

Az izotópja jelenségének felismerésére — mint látjuk — a radioaktív elemek tanulmányozása vezette rá a kutatókat. Mikor ez a meglepő tény így kétségtelenné vált, az a kérdés vetődött fel, hogy vajjon a közönséges, *nem radioaktív elemeknek is vannak-e eltérő atomsúlyú féleségeik*, vagyis izotópjaik? *Aston* érdeme, hogy tömegspektrográfjával erre a kérdésre szabatos és pedig igenlő feleletet kaptunk. Kiderült, hogy a *legtöbb kémiai elem* tulajdonképpen nem tökéletesen homogén, vagyis nem teljesen egyenlő tömegű atómkból áll — mint ahogyan azt *Dalton* feltételezte —, hanem *különböző atomsúlyú, de egyező kémiai tulajdonságú izotópok keveréke*. Az alábbi összeállításban feltüntetve látjuk néhány elem izotópjainak atomsúlyát. Az atomsúlyok után zárójelben levő számok azt mutatják, hogy az illető izotópok az elem hány százalékát képezik.

Mint már említettük, ugyanannak az elemnek izotópjai annyira egyező kémiai magatartásúak, hogy ezeket semmiféle kémiai módszerrel nem sike-

## Néhány elem nem-radioaktív izotópjai.

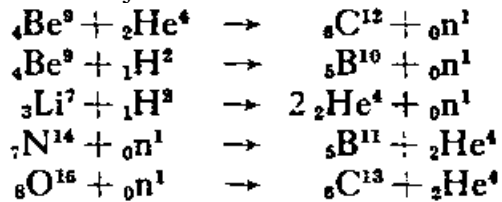
| Az elem        |                 |      |                     | Az egyes izotópok atomsúlya<br>(A zárójelben foglalt számok az illető izotóp gyakoriságát jelentik százalékokban)                    |
|----------------|-----------------|------|---------------------|--|
| rend-<br>száma | n e v e         | jele | kémiai<br>atomsúlya |  |
| 1.             | Hidrogén .....  | H    | 1,0078              | 1,007775 (99,98), 2,01363 (0,02), 3 (10 <sup>-7</sup> )  |
| 3.             | Lítium .....    | Li   | 6,940               | 6,0145 (8,3), 7,0146 (91,7)  |
| 4.             | Berillium ..... | Be   | 9,02                | 8 (kb. 0,05?), 9,0155 (99,95)  |
| 5.             | Bór .....       | B    | 10,82               | 10,0135 (20,6), 11,0110 (79,4)   |
| 6.             | Szén .....      | C    | 12,00               | 12,0036 (99,0), 13 (kb. 1)   |
| 7.             | Nitrogén .....  | N    | 14,008              | 14,008 (99,7), 15 (0,3)  |
| 8.             | Oxigén .....    | O    | 16,000              | 16,0000 (99,8), 17 (0,03), 18,0065 (0,16)  |
| 12.            | Magnézium ..... | Mg   | 24,32               | 24 (kb. 78), 25 (kb. 11), 26 (kb. 11)  |
| 17.            | Klór .....      | Cl   | 35,457              | 34,983 (kb. 75), 36,980 (kb. 25), 39? (?)  |
| 18.            | Argon .....     | A    | 39,944              | 35,976 (0,330), 38 (0,05), 39,971 (99,62)  |
| 19.            | Kálium .....    | K    | 39,096              | 39 (93,3), 40 (0,01), 41 (6,6)   |
| 20.            | Kalcium .....   | Ca   | 40,08               | 40 (97), 42 (0,8), 43 (0,2), 44 (2,0)  |
| 26.            | Vas .....       | Fe   | 55,84               | 54 (kb. 5), 56 (kb. 95)  |
| 47.            | Ezüst .....     | Ag   | 107,880             | 107 (kb. 55), 109 (kb. 45)   |
| 80.            | Higany .....    | Hg   | 200,81              | 196 (0,10), 197 (kb. 0,01), 198 (3,89),<br>199 (16,45), 200,016 (23,77), 201<br>(13,87), 202 (29,27), 203 (kb. 0,006),<br>204 (6,85) |

rül megkülönböztetni, vagy elkülöníteni. Fizikai tulajdonságaikban azonban észlelhetők igen csekély eltérések és ezek kihasználásával egyik-másik esetben nem csekély munka árán részleges elkülönítés lehetséges volt (*Hevesy György*). Gyakorlatilag teljes elkülönítés csupán a hidrogén ama két izotópjánál volt lehetséges, melyek atomsúlya 1, illetőleg 2. Erről alább még szólni fogunk.

A radioaktív elemek atommagjaiból önként távoznak el  $\alpha$ - és  $\beta$ -részecskék (héliumatommagok, illetőleg negatív elektronok). Másrészt láttuk, hogy nem-radioaktív elemek atommagjait  $\alpha$ -részecskékkel bombázzán, belőlük protonok (hidrogénatommagok) különíthetők el. Ezen a három alkatrészen kívül *újabb atommagalkatrészt sikerült pár évvel ezelőtt megfigyelni: a neutronokat*. Ezek is  $\alpha$ -részecskékkel való bombázás alkalmával pattannak ki nagy sebességgel bizonyos atomok magjaiból és megfigyelésük azáltal vált lehetségessé, hogy a bombázást Wilson-kamrában végezték. *Megállapították, hogy a neutronok tömege a protonokéval egyező, de nincs szabad elektromos töltésük*. Az atommagokból  $\alpha$ -részecskékkel kilőtt neutronok energiája (sebessége) oly nagy lehet, hogy más atomok magját képesek

bomlásra bírni, ha beleütköznek. Másrészt azt is meg lehetett állapítani, hogy az ú. n. nehéz hidrogénnek (vagyis a hidrogén 2-es atomsúlyú izotópjának) atommagjai is alkalmasak atommagbontásra és neutronok felszabadítására, ha ezeket az ú. n. csősugarak alakjában alkalmazzuk, vagyis nekik kellő sebességet adunk. Ilyenképpen az atommagbontásoknak sokféle alakját sikerült megfigyelni. Kiderült, hogy sok esetben tulajdonképpen nem is atommagbontással van dolgunk, mert a „felbontott“ atommag a „beavatkozás alkalmával nemcsak hogy nem okvetlenül vesz tömegéből, hanem tömegében gyarapodhatik is.

Figyeljük meg az atommagreakcióknak néhány példáját, melyek mondanivalónkat legtömörebben fejezik ki:



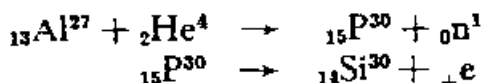
Ezekben az újszerű egyenletekben az elemek jele előtt látható számjegy az illető elem rendszámát (az atommag töltésszámát), az utána következő pedig annak atomsúlyát jelenti. A „n<sup>1</sup>”-jelzés neutront jelent, miután ennek rendszáma (töltése) zérus, és atomsúlya 1 (a hidrogénéval, illetőleg protonéval egyező). Egyenleteink közül az elsőben a-részecskék (He<sup>++</sup>), a másodikban és harmadikban nagy sebességű nehéz-hidrogén-atommagok (1H<sup>2</sup>), az utolsó kettőben pedig ugyancsak nagy sebességű neutronok (0n<sup>1</sup>) végzik az elem átalakítását. Az első egyenlet szerint a bérillium atomjaiból szénatomok, a második szerint ugyancsak a bérillium atomjaiból bóratomok képződnek. A harmadik egyenlet a lítiumatomoknak héliumatomokká való átalakítását tünteti fel, míg az utolsó két egyenlet szerint a nitrogén-, illetőleg oxigénatomok bór-, illetőleg szénatomokká lesznek.

A legutóbbi évek tudományos vizsgálatai a felsoroltakon kívül még egy atommagalkatrész felismerésével gazdagítottak, a *pozitronnal*. Ennek neve elárulja természetét: a *pozitronok* lényegileg pozitív elektronok, tehát a *pozitív elektromosságnak éppúgy legkisebb részecskéi (atomjai), mint a a negatív elektronok a negatív elektromosságéi*. Ezek  $\gamma$ -sugárzás hatására keletkeznek, ha a  $\gamma$ -sugárzás energiája kellően magas. Régóta vajúdo kérdést oldott meg a pozitronok felfedezése, nevezetesen azt, hogy kétféle elektromosság van-e, vagy csak egyféle. Korábban u. i. „szabad“ állapotban



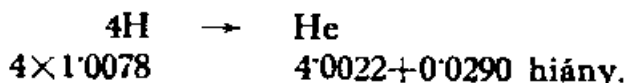
csak a negatív elektromosságot ismertük a negatív elektronok alakjában és pozitív elektromosságról akkor beszéltünk, ha valamely testben a negatív elektronok száma *viszonylagosan* megcsökkent. A pozitronok felfedezése természetesen a dualisztikus álláspontot igazolta.

Pozitron-kisugárással van dolgunk az *Iréné Curie* és *Joliot* által 1934-ben felfedezett „mesterséges radioaktivitás“ jelenségénél is. A dolog úgy áll, hogy bizonyos elemeknek a-részecskékkel való bombázásakor pozitronok lövelődnek ki és ez a pozitronkisugárzás akkor is folytatódik, ha az a-részecskékkel történő bombázást megszüntetjük. Az utóbbi jelenség magyarázata az, hogy az a-részecskék hatására instabilis atommag-alakulatok jönnek létre, vagyis lényegileg hasonlóak, mint a természetes radioaktív elemek atommagalakulatai. Pozitronsugárzásuk tehát éppen instabilitásuk következménye. Íme a mesterséges radioaktivitás egy példája:



Az első egyenlet szerint az a-részecskék ( ${}_2\text{He}^4$ ) hatására az alumínium-atommagokból 30-as atomsúlyú foszforatommagok jönnek létre; a második egyenlet pedig azt mutatja, hogy ezek a foszforatommagok *önként* átalakulnak szilíciumatomokká, miközben pozitronok ( ${}_+e$ ) sugárzódnak ki.

*Az eddig elmondottak nem hagynak semmi kétséget aziránt, hogy az atomok részekből vannak összetéve. A hélium- és hidrogénatommagok (a-részecskék, illetőleg protonok), továbbá a neutronok kétségtelenül részei a különböző atomok magjainak.* Ezzel a megállapítással reális alakban kelt életre egy száz év előtti megsejtés, melynek egy angol orvos, *Prout* volt 1815-ben a fő képviselője. Ez az akkoriban kellően nem igazolható feltevés úgy szólt, hogy igazában csak egyetlen elem (őselem) létezik, a hidrogén, és minden más elem a hidrogénnek valamilyen változata. Ha már most megkíséreljük ezt az elvet az elemek igen nagy pontossággal ismert atomsúlyával egybevetni, csakhamar zökkenőre jutunk okoskodásunkkal. Tegyük fel pl., hogy a hélium négy hidrogénatomból volna összetéve (ezt *közvetlenül* igazolni eddigelé nem sikerült!); figyeljük meg már most a megfelelő atomsúlyokat:



Számadataink arra mutatnak, hogy ha a hidrogén négy atomjának egy héliumatomná való egyesülése sikerülne, úgy 0'0290 súlyegységnyi „hiánnyal“, ú. n. tömegvesztéssel kellene számolni. Ezt a zökkenőt azonban a relativitás-elmélet megmagyarázni képes, feltételezvé, hogy az elveszett tömeg energia alakjában jelentkeznék ennél az átalakulásnál. Sőt a relativitás-elmélet alapján a várható energia nagysága is kiszámítható: 1 gramm hélium képződésénél 20-milliószer akkora energia szabadulna fel, mint 1 gr szén elégésekor. (Ez a hatalmas reakcióhő egyben mértéke lenne a héliumatomok stabilitásának, mert viszont annyi energiát kellene 1 gramm héliummal közölni, hogy hidrogénné alakuljon.) Mint mondtuk, ezt a reakciót megvalósítani nem sikerült ugyan, de még sem szabad kétségbevonni ilyenféle számítások jogosultságát. Voltak u. i. olyan elemátalakítási esetek, amikor a számított tömegvesztés értékét sikerült valóban energia alakjában veszteség nélkül megkapni, és pedig az atomrombolási termékek kinetikai energiája alakjában, aminek nagysága viszont a részecskék észlelt sebességéből kétségtelenül szabatosan volt megmérhető. Más szavakkal ez annyit jelent, hogy ilyen esetekben sikerült a látszólag veszendőbe ment tömeg sorsát szabatosan igazolni, a tömegekkel „hűségeesen elszámolni“.

*Az elemátalakítások a laikusokat az aranycsinálás és a most említett energiafelszabadulások szempontjából érdeklik. Gyakorlati értelemben azonban ezek a remények legalább is egyelőre nem jogosultak. Ne feledjük, hogy eddigi tapasztalásaink szerint az elemátalakítások véghezvitele céljából nagy energiájú részecskékre van szükségünk, például a-részecskékre. Hozzájárul ehhez, hogy az elemátalakítás csak „telitalátok“ esetén lehetséges, vagyis az szükséges, hogy a nagy energiájú részecskék valóban beleütközzenek az átalakítandó atommagokba. Miután ezek a telitalátok aránylag ritkák, az elemátalakító részecskék kihasználása igen csekély. Elemeket olyan mennyiségben még egyetlen laboratóriumban sem alakítottak át mesterségesen — és belátható időn belül nyilván nem is fognak —, hogy a „termék“ pl. mérlegen megmérhető, avagy szabad szemmel meglátható legyen, még ha a legérzékenyebb analitikai mérlegekre gondolunk is. Elvileg inkább lehet a tömegvesztésből eredő energiák értékesítésére gondolnunk.*

*Az atommagok körül keringő elektronokról idáig annyit mondtunk, hogy a komplett, sértetlen atomokban ezeknek száma ugyanannyi, mint ahány pozitív elemi töltése van az atommagnak. Kifelé tehát a komplett*

atom *elektromosan semleges*. Viszont céloztunk arra is, hogy bizonyos esetekben könnyen leválhatnak egyes elektronok az atomokból, másrészt pedig „számfeletti“ elektronok kapcsolódhatnak egyes atomokhoz. Ilyen esetet láttunk akkor, midőn a gázok ionizációjáról volt szó. Kiegészítjük ezt azzal, hogy sokszor egyszerű dörzsölés elegendő az elektronok leválasztásához. A dörzsölés! elektromosság keltésekor egyik anyag a másikkal ledörzsöli az elektronok egy részét. A fémekből fény hatására is válhatnak le elektronok (fotoelektromos jelenség, fotocellák).

*Niels Bohr* nevéhez fűződik azoknak a pompás eredményű fizikai kutatásoknak megindítása, melyek az atomok keringő elektronjaira vonatkoznak. Előrebocsátjuk, hogy ezeknek a tisztán fizikai kérdéseknek részletezésébe belebocsátkozni nem lehet feladatunk. Szintúgy nem foglalkozhatunk *Schrödinger* és mások elméletével, kik *Bohr* elméletét folytatták és kiegészítették, említés nélkül kell hogy hagyjuk a kvantummechanikát és hullámmechanikát is, melyen az atomfizika mai tudománya felépül, nemkülönben a korpuszkuláris és hullámelmélet problémáját stb. Tisztán a *kémiai* jelenségek értelmezése a célunk és csak annyit — megrövidítve és stilizálva — fogunk a fizikai területekről elmondani, mint amennyi a kémiai kérdések megvilágítása érdekében szükséges.

A keringő elektronok magatartására és helyzetére az elemek spektruma ad felvilágosítást, vagyis azok a sugarak, melyek az atomokból kilövelődnek, ha fénykibocsátásra gerjesztjük őket, akár elektromos úton (pl. *Geissler-féle* csövekben), akár magas hőmérsékletre való hevítés által (lángban, szikrában, elektromos ívlámpában). Ha a kilövelt fényt spektroszkóppal vizsgáljuk, jól definiált hullámhosszú sugarakból találjuk ezt összetéve. A legegyszerűbb elem, a hidrogén spektrumában — annak szemmel látható részében — pl. öt spektrumvonalat, vagyis ötféle hullámhosszú sugárzást figyelhetünk meg (1—1 vörös, zöld és kék, továbbá két ibolyaszínű vonalat). A magasabb atomsúlyú elemek spektruma azonban igen sok, netán többzernyi vonalból tevődik össze, különösen ha a szemmel láthatatlan, de könnyen lefényképezhető vonalakat is beszámítjuk. A kérdés ez volt: milyen szerkezetet kell az atomnak tulajdonítani, hogy kellően értelmezhesük ezeknek a sugaraknak létrejöttét? A helyzet hasonlít ahhoz, mintha egy földöntúli fizikusnak, ki hangszerekről mitsem tud, arra kellene következtetni, hogy miféle berendezésű eszköz szolgáltatja a szomszéd szobából áthallatszó zongoraszót, vagyis az áthallatszó, jól definiált hullámhosszú hangokat.

A probléma megoldása *Bohr* elmélete szerint lényegileg a következő: Az elektronok az atommag körül nem akármilyen, hanem csakis *meghatározott* pályákon keringhetnek. Egyugyanazon elektron számára azonban nem csak egy pálya lehetséges, hanem több, de mindenkor *meghatározott*, tehát nem akármilyen sugarú pálya. (Éppúgy, mint a többvágányú vasútvonalakon: a vonat vagy az egyik, vagy a másik sínpáron haladhat, közbeszó helyen azonban nem.) Megvan tehát a lehetősége annak, hogy az *elektron pl. egy meghatározott, belsőbb, kisebb sugarú pályáról egy olyan külsőbb, nagyobb sugarú pályára átugorjék*. Ehhez azonban meghatározott nagyságú energiabefektetés szükséges. Ha viszont az elektron a nagyobb sugarú pályáról a kisebb sugarúra ugrik vissza, ugyanez a meghatározott *energiamennyiség felszabadul* és pedig *meghatározott hullámhosszú fény-sugár kilövelése alakjában*, tehát sugárzó energia képében. Ezek szerint minden spektrumvonal egy meghatározott külső pályáról egy meghatározott belső pályára történő elektronvisszaugrásnak felel meg. A most mondottakkal kapcsolatos, hogy az energia is atomos természetű, éppen úgy, mint azt az anyagról és az elektromosságról már röviden elmondottuk. A *Planck*-féle kvantumelmélet szerint — melyet szerzője *Bohr* elmélete előtt állított fel és amit az újkori fizika éppoly alapvető tételének kell tekintenünk, mint akár *Dalton* vagy *Avogadro* tételét a kémiában — *az energia legkisebb adagja* (energiakvantum,  $e$ ) *egy univerzális, ú. n. Planck-féle állandó és a kilövell fény frekvenciájának* (rezgésszámának) *szorzatával egyenlő*:  $e = h\nu$ . (Kiegészítésül: A *Planck-féle* állandó értéke  $6.55 \cdot 10^{-27}$  erg. sec, a frekvencia a fény terjedési sebességének és a fény hullámhosszának a hányadosa.) A  $h\nu$  szorzat által kifejezett energiaadagot a kilövelt *foton* energiájának is mondjuk.

Az elméleti fizika korszakalkotó teljesítménye volt már most az, hogy az elemek spektrumából, vagyis a kilövell fényugarak hullámhosszából vissza tudott következtetni a keringő elektronok elhelyezésére. Az eredmény röviden — és bizonyos mértékig stilizáltan — az, hogy a keringő elektronok különböző átmérőjű gömb-, illetőleg ellipszoidfelületeken, ú. n. elektronhéjakon, mozognak. Egy-egy elektronhéjon azonban csak meghatározott számú elektron helyezhető el. A legbelsőn csupán 2, az utána következő nagyobb átmérőjű héjon 8, a rákövetkező külsőbb héjon ismét 8, stb. Gondoljunk most vissza arra, hogy a periódusos rendszerben fokozatosan haladva a magasabb atomsúlyú elemek felé, az atommagok pozitív töltései-

nck száma 1—1 egységgel emelkedik. Természetesen vele együtt emelkedik a keringő elektronok száma is, hiszen a semleges atomban a magtöltések száma megegyező az elektronok számával. Néhány, egymásután következő elem egyes elektronhéjain mozgó elektronok számáról a következő összeállítás világosít fel:

| Az elem rendszáma és neve  | Elektronok száma a |         |         |         |
|----------------------------|--------------------|---------|---------|---------|
|                            | legbelső           | külsőbb | külsőbb | külsőbb |
|                            | elektronhéjon      |         |         |         |
| 9 Fluor .....              | 2                  | 7       | —       | —       |
| 10 Neon (nemes gáz) .....  | 2                  | 8       | —       | —       |
| 11 Nátrium .....           | 2                  | 8       | 1       | —       |
| 12 Magnézium .....         | 2                  | 8       | 2       | —       |
| 13 Alumínium .....         | 2                  | 8       | 3       | —       |
| 14 Szilícium .....         | 2                  | 8       | 4       | —       |
| 15 Foszfor .....           | 2                  | 8       | 5       | —       |
| 16 Kén .....               | 2                  | 8       | 6       | —       |
| 17 Klór .....              | 2                  | 8       | 7       | —       |
| 18 Argon (nemes gáz) ..... | 2                  | 8       | 8       | —       |
| 19 Kálium .....            | 2                  | 8       | 8       | 1       |
| 20 Cézium .....            | 2                  | 8       | 8       | 2       |

Az összeállításban szereplő két nemes gáznál, a neonnál és az argonnál a legkülső elektronhéj éppen „megtelt“. Új elektronhéj mindig a nemes gázokat követő elemnél kezdődik (pl. a nátriumnál, illetőleg a káliumnál).

Nevezetes már most, hogy a *nemesgáz-konfiguráció a legstabilisabb*. Azok az atomok, melyekben 1, 2, 3 vagy 4 elektronnal több van, mint az előttük álló nemes gáz atomjában (Na, Mg, Al, Si), hajlamosok arra, hogy ezt az 1, 2, 3, illetőleg 4 elektront *elveszítsék* és azok az atomok, melyekben 1, 2, 3, illetőleg 4 elektronnal kevesebb van, mint az utánuk következő nemes gázéban (Cl, S, P, Si), hajlamosak arra, hogy *szerezzenek* 1, 2, 3, illetőleg 4 elektront. *Mindkét „törekvés“ oda irányul, hogy elektronkonfigurációjuk a hozzájuk legközelebb eső nemes gázéval egyező, vagyis stabilis legyen.*

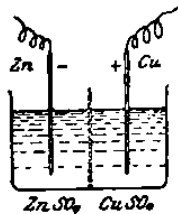
*A legutóbb elmondottak egycsapásra világot vetnek a kémiai erők, a vegyérték, az elektrolitos disszociáció és az ióntöltés korábban oly misztikus*

*problémájára:* Amikor a nátrium és klór oly hevesen egyesül, tulajdonképen az történik, hogy a nátriumatomok 1—1 elektront vesztenek és a klóratomok ezeket az elektronokat megkapják. Innen van, hogy — vizes oldatban — a nátriumionok 1—1 pozitív, a klóriónok pedig 1—1 negatív töltést viselnek; mert a nátriumionok magja 11 pozitív töltéssel van ellátva, de az ionnak csak 10 elektronja van, viszont a klóriónok magjában 17 a pozitív töltések száma, de a keringő elektronok száma 18. A magnéziumatom azért kétvegyértékű, vagyis azért tud két klóratomot megkötni, mert két elektront tud átadni s így két klóratomot képes 1—1 elektronnal kielégíteni. Hasonló oknál fogva háromvegyértékű az alumínium, illetőleg négyvegyértékű a szilícium. Másfelől — míg a klóratomok csak 1—1 elektront igényelnek, hogy nemesgázkonfigurációhoz jussanak — addig a kén, foszfor, illetőleg szilíciumatomoknak ebből a célból 2, 3, illetőleg 4 elektrorra van szükségük. Ezért van, hogy ezek az atomok 2, 3, illetőleg 4 vegyértékűek. Hasonlóan lehet értelmezni, hogy miért egyesül sok elem két-két atomja molekulává. (Igen sok elemi gáz molekulái — mint már említettük — 2—2 atomból állanak.) Azért van ez, mert a 2—2 atomból álló konfiguráció stabilisabb, vagyis közelebb áll a nemesgáz-konfigurációhoz, mint ha az egyes atomok külön volnának.

Míndezekhez azonban hozzáfűzzük, hogy a több atomból álló vegyületek elektronelmélete és molekulafizikája még csak most van kialakulóban. Olyan feladat ez, melynek megoldása igen hosszú időre ellátja az elméleti fizikusokat munkával. Ha azonban ezt a munkát egykoron minden részletében kidolgozzák, ez a kémiai tudomány mai alakjának teljes átalakulását fogja jelenteni. Mert szükségképen *mindinkább ki fog szorulni a kémiai kutatás empirikus, experimentális eleme, ami mai kutatásoknál oly lényeges szerepet játszik, hogy helyet adjon az elméleti számításoknak. Ezek majd eleve lehetővé fogják tenni annak megállapítását, hogy valamely reakció lefolyására számíthatunk-e és hogy a keletkezendő termék milyen fizikai és kémiai tulajdonságokat fog mutatni.* Ez az idő persze igen messze van, a mai generáció szempontjából elérhetetlenül messze, különösen, ha az organikus kémiai kutatás és főként az élő szervezetek kemizmusának beláthatatlanul változatos lehetőségeire gondolunk.

Az atomok szerkezete kapcsán térjünk ki még befejezésül a galván-elemek működésének kérdésére. Ezeknek legáltalánosabb típusa két fém-

ből áll, melyek saját sóik oldatával érintkeznek. A mellékelt 5. rajzon ábrázolt Daniell-elemnél például a cink és a réz ez a két elem. Működésének



5. ábra.  
Daniell-elem.

megértéséhez azt kell tudni, hogy a két fém egyikének (esetünkben a cinknek) nagyobb a törekvése arra, hogy ion alakban bejusson az oldatba, mint a másikkal (esetünkben a réznek). Az oldatbajutás *ion alakban* ( $Zn^{++}$ ) történvén, ez annyit jelent, hogy a cinkatomok 2—2 elektronjukat otthagyják a fémbe — a cinkatomok ezáltal jutnak nemesgáz-konfigurációhoz —, minek következtében a fémes cink negatív elektromos töltésű

lesz. Ha már most a két fémes elektródot vezetővel összekötjük, így a rézre is átjut a negatív elektromos felveszik a cinkelektrodától jövő elektronokat és így magukat komplett rézatomokká egészítik ki. Ez viszont annyit jelent, hogy a rézelektrodra fémes réz válik ki a rézsulfátoldatból. A vezetődróton tehát az oldatbamenő cinkatomok elhagyott elektronjai áramlanak a rézelektrod felé.

Mint ez az egyszerű példa is mutatja, az atomszerkezetelmélet világos magyarázatát képes adni a galvánelemekben lefolyó tényleges reakcióknak, melyek korábban éppoly kevésbé voltak értelmezhetőek, mint a kémiai affinitással és vegyértékkel kapcsolatos jelenségek. Itt említjük meg, hogy az akkumulátorok is a galván elemek közé tartoznak. Ezekben előbb kémiai energiává alakítjuk az elektromos energiát, majd pedig a kémiai változást használjuk áram termelésére.

A röntgensugarak tudvalévőén azáltal keletkeznek, hogy katódsugarak, tehát nagy sebességű negatív elektronok a röntgensőben elhelyezett szilárd testre, az ú. n. antikatódra ütköznek. A kilövelt sugárzás természetét *Laue* kísérlete alapján (1912) ismertük meg, melynek lényege az volt, hogy a röntgensugarak kristályokon áthaladva interferenciás jelenségeket mutatnak. Ez egyrészt a sugárzás hullámtermészetét igazolta, másrészt a hullámhossz megállapítását is lehetővé tette. *W. H.* és *W. L. Bragg* (apa és fiú) röntgenspektroszkópjával végzett kísérletek arra az eredményre vezettek, hogy a *röntgensugárzás* igen különböző hullámhosszú sugarakból tevődik ugyan össze, azonban bizonyos, *meghatározott* hullámhosszú sugarak túlsúlyban vannak és ezek a röntgenlámpa fényének spektrumában mint feltűnően erős spektrumvonalak jelentkeznek. *Moseley* már most megállapí-

tóttá (1913), hogy ezeknek az intenzív sugaraknak hullámhossza és a röntgenső antikatódjául alkalmazott elem atommagtöltése (tehát rendszáma) között egyszerű összefüggés áll fenn, ami lehetővé teszi, hogy az előbbi észlelése által az utóbbi meghatározható legyen. Ezek a vizsgálatok döntötték el végérvényesen, hogy a hidrogén és uránium között *csak* 92 elem egzisztálhat. (A hidrogén rendszáma 1. az urániumé 92.)

A röntgensugarak spektroszkópiája másfelől a kristályok szerkezetének szabatos megállapítását is lehetségessé tette. Az ezzel kapcsolatos fizikai és geometriai megfontolások részletezésébe itt nem bocsátkozhatunk.

\*

A fizikai-kémiai kutatás egy másik, sok tekintetben független iránya a *kolloid rendszerek tanulmányozása*. Akkor beszélünk ilyenekről, midőn valamely homogén közegben (gázban, vagy folyadékban) finom eloszlású részecskék lebegnek, melyek kisebbek, semhogy mikroszkóppal megfigyelhetők lennének. Tudnunk kell, hogy a mikroszkópos látás határa csak néhány tized mikronig terjed (1 mikron =  $\frac{1}{1000}$  milliméter), viszont a molekulák dimenziója kereken ezerszer kisebb. Ha már most a különálló részecskék nagysága e két határ közé esik, kolloid rendszerrel beszélünk. Ezek a részecskék rendszerint sok atomból, illetőleg molekulákból álló halmazatok, „óriásmolekulák“, melyeknek jelenlétét az ultramikroszkóp segítségével szemünkkel megfigyelhetjük ugyan, de alakjukról így tudomást nem szerezhethetünk. Az ultramikroszkópos megfigyelésnek az az alapja, hogy a kolloid rendszert *oldalról* igen erősen megvilágítjuk és sötét szobában *felülről* mikroszkóppal vizsgáljuk. Ilymódon csakis az a fény juthat a mikroszkópba s a szemünkbe, mely a kolloid részecskék felületéről reflektálódik. A részecskék szünet nélkül való mozgásáról győződhetünk meg ilyen vizsgálatnál (Broiwn-féle mozgás), mely lényegileg semmiben sem különbözik a közönséges gáz- vagy folyadékmolekulák ú. n. hőmozgásától.

A kolloid rendszerek magatartását illetőleg távolról sem lehet oly világosan áttekinthető és főként egységes magyarázatokat adni, mint amilyenekről korábbi tárgyalásainkban volt szó. Részben olyan sajátságokat mutatnak ezek, melyek átmenetieknek mondhatók egyrészt az egyszerű molekuláris szerkezetű anyagok, másrészt a durva eloszlású emulziók vagy szuszpenziók között. Vannak azonban olyan tulajdonságaik is, melyek különlegesen, vagy amelyek különösen feltűnő nagy mérvben éppen a kolloid rendszereknél érvényesülnek. *Annak, hogy a kolloid részecskék nem tömörülnek és nem válnak külön sűrűségüknek megfelelően a folyadék fene-*



*kén vagy annak felszínén, több oka van. Egyik a részecskék most említett Brown-féle mozgása, vagyis lényegileg ugyanaz az ok, mely például meggátolja, hogy a levegőt alkotó molekulák a nehézségi erő hatása alatt a földre hulljanak. A másik az, hogy a részecskéknek rendszerint elektromos töltésük van, ami miatt a részecskék taszító hatást fejtenek ki egymásra. Az elektromos töltés általában onnan ered, hogy a folyadékban foglalt ionok közül vagy a pozitív vagy a negatív töltésűek adszorbeálódnak (tapadnak) nagyobb mértékben a részecskék felületére. Az adszorpció jelensége egyebekben is igen nagy szerepet játszik a kolloid rendszereknél, mert ez felületi hatás és — mivel a részecskék igen kicsinyek — ezeknek tömegükhöz képest aránytalanul nagy a felületük. A részecskék felületi feszültsége, különösen ha folyadék-részecskékről van szó, egybeolvasztani, tömöríteni iparkodik azokat, ha a hőmozgás és különösen a részecskék elektromos töltése vagy a részecskék felületén adszorbeálódott réteg ezt (mechanikailag) megakadályozni nem képes.*

*Különösen az organikus kolloid rendszereknek (például fehérjéknek) és a velük rokon kocsonyaállományú rendszereknek (géleknek) van nagy jelentőségük és pedig elsősorban biológiai szempontból, mert az élő szervezetek működése ilyen rendszerekben folyik le.*

Eddigelé nagy általánosságban foglalkoztunk az elemekkel és a szerzetlen anyagokkal. Cikkünknek ebben a második felében soravesszük a fontosabb elemeket és szerzetlen vegyületeket, hogy ezeknek a művelődés és technika szempontjából való jelentőségét és a velük kapcsolatosan felmerült különleges problémákat rövid vonásokkal jellemezzük. Célszerűen a periódusos rendszer függőleges oszlopai szerint haladunk ennél a tárgyalásnál, mert ezekben vannak együtt a rokonviselkedésű elemek.

Mondanivalónkat az őselemnek nevezhető *hidrogénnel*, a legkisebb atómsúlyú, legkisebb sűrűségű gázzal *kezdjük*. A kicsiny sűrűség természetesen léghajótöltésre predesztinálja a hidrogént, gyúlékonysága azonban igen nagy hátrány. Elektrolízis útján, vagy a vízgázból (szénoxid és hidrogén keveréke) készítik a kémiai ipar, főként a *Haber-féle* ammóniaszintézis céljaira. Arról már volt szó, hogy *a hidrogénnek három izotópja van, melyeknek kerek számban 1, 2, illetőleg 3 az atómsúlya. A természetben vízalakban, vagy bármilyen más vegyület alakjában található hidrogén mindenkor keveréke ennek a három izotópnak.* Közülük a

3-as atómsúlyúnak kevéssé ismerjük a tulajdonságait, mert mennyisége a közönséges hidrogénben kicsiny (tízmilliomod százalék), azonban a 2-es atómsúlyúnak százalékos mennyisége nem elenyésző (002%). Ez az a hidrogénizotóp, melyet *deutériumnak*, vagy nehéz hidrogénnek szokás nevezni. Oxigénnel képezett vegyületét *nehéz víznek* mondjuk. A *nehéz hidrogént a közönséges víz óvatos és sokszoros elektrolízise és diffúziós eljárások útján állítják elő*, illetőleg különítik el a közönséges hidrogéntől. A nehéz víz sűrűsége 10%-kal nagyobb, mint a közönséges vízé, fagyáspontja  $+3'82\text{ C}^\circ$ , forráspontja  $101'42\text{ C}^\circ$ . Kémiai tulajdonságok dolgában is vannak egynémely fokozati eltérések a közönséges vízhez képest. Tiszta nehéz vízben az élő szervezetek elpusztulnak, vagy legalább is igen hátrányos a hatás. Erősen hígított állapotban azonban előnyös, vagy hátrányos befolyást nem lehetett kimutatni.

A tiszta víz nagyon kevéssé ugyan, de vezeti az elektromosságot, ami onnan van, hogy a víz csekély mértékben hidrogén- és hidroxiliónokra van felbomolva ( $\text{E} \sim \text{L H}^+ + \text{OH}^-$ ). A tiszta vízben a hidrogén- és hidroxiliókok száma egyenlő. A bomlás csekély mértékét mutatja, hogy 1 liter vízben mindössze tízmilliomod gramm ( $10^{-7}$  grammatom) hidrogéniónt foglaltatik. A hidrogén- és hidroxiliókok, mint azt a fenti egyenlet kettős nyila mutatja, *egyensúlyban* vannak, ami annyit jelent, hogy koncentrációik szorzata mindig állandó. (Ezt az állandót, melynek értéke  $10^{-14}$ -el egyenlő, a víz *disszociációs szorzatának* nevezzük.) Ha valamely oldatban nagyobb a hidrogéniókok koncentrációja, mint a tiszta vízben, az illető oldatot savanyúnak mondjuk, ellenkező esetben az oldat *lúgos*. A tiszta vizet *neutrálisnak* mondjuk, mert ebben a hidrogén- és hidroxiliókok koncentrációja megegyező. A *hidrogéniókoncentráció értékének kifejezésére az ú. n. hidrogénexponens ( $p_{\text{H}}$ ) szolgál. Ez a hidrogéniókoncentráció logaritmusának negatív értéke. Nagysága tiszta víznél 7-el egyenlő. Ha valamely oldatban a hidrogéniókok koncentrációja 10-szer, 100-szor, 1000-szer, sfb. nagyobb, mint a tiszta vízben, annak  $p_{\text{H}}$ -ja rendre 6, 5, 4, stb. Ha pedig a hidrogéniókoncentráció 10-szer, 100-szor, 1000-szer stb. kisebb, mint a tiszta vízben, a  $p_{\text{H}}$  értéke rendre 8, 9, 10, stb. Az oldatok hidrogéniókoncentrációja igen nagy szerepet játszik az élő szervezetek működésénél. Pl. az emberi szervezet makacsul ragaszkodik a 7-es  $p_{\text{H}}$ -hoz, vagyis a neutrális reakcióhoz és ha ezt — savval vagy lúggal — erőszakosan megváltoztatjuk, súlyos zavarok lépnek fel a szervezetben. A növényi szervezetek, erjesztők, baktériumok ezenfelül pedig számos kémiai reakció igen érzékeny az oldat  $p_{\text{H}}$ .*

jára és így ennek megállapítására a kémikusnak, fiziológusnak, biológusnak, bakteriológusnak, sőt az agrogeológusnak is sokszor van szüksége. A meghatározás elektrométeres, vagy pedig az ú. n. indikátoros módszer segítségével történik.

A 0-adik függőleges oszlopban szereplő ú. n. *nemes gázokat* (He, Ne, A, Kr, X, Em), mint már említettük, azt jellemzi, hogy ezek sem egymással, sem más elemekkel nem vegyülnek, tehát teljesen passzív magatartásúak. Legtöbbjének a levegő a fő lelőhelye. Egy köbméter levegő 5 cm<sup>3</sup> héliumot, 15 cm<sup>3</sup> neont, 9 liter argont, 1 cm<sup>3</sup> kriptont és 0,1 cm<sup>3</sup> xenont tartalmaz. A hélium ezenfelül Amerika némely gázforrásában található aránylag jelentékeny mennyiségben. Az emanáció, mint láttuk, radioaktív. Hosszú ideig nem volt gyakorlati hasznuk a nemes gázoknak, most azonban több tekintetben rájuk szorulunk. *Mai izzólámpáink „gáztöltésűek“* és pedig legáltalánosabban *argont* tartalmaznak. Legújabbban a jóval nehezebben nyerhető és drágább *kriptont* is kitűnő eredménnyel alkalmazzák erre a célra. Az argon, de főként a kripton jelenlétében az *izzólámpa wolfrám-szálát sokkal magasabb hőmérsékletre lehet az elektromos árammal felhevíteni*, mint más gázokban, vagy vákuumban. Ez gyakorlatilag azért fontos, mert így az elektromos energiának viszonylagosan nagyobb törtrésze alakul fényenergiává, más szóval kisebb törtrésze megy veszendőbe hőenergia alakjában. A *neon* többnyire héliummal keverve kisülési csövekben főként, mint reklám-világító-eszköz mind kiterjedtebb alkalmazást talál. A *hélium* nagy szolgálatot tehetne, mint a *léghajók töltésére* szolgáló gáz, ha nagyobb mennyiségben volna található, vagyis nem volna igen drága erre a célra. Sűrűsége ugyan kétszer akkora, mint a legkisebb sűrűségű gázé, a hidrogéné, de rendkívüli előnye, hogy nem gyúlékony. Fontos szerepet játszik a cseppfolyósított hélium az extrém alacsony hőmérsékletek előállításánál, aminek a tudományos kutatásokban van nagy jelentősége. Segítségével *az abszolút zérus fokot (—273,2 C ) néhány század Celsius fokkal sikerült már megközelíteni*. Az *emanációt* csekély mennyiségben az uránium- és tóriumércekkel kapcsolatosan, mint radioaktív bomlásterméket találjuk. Mint ilyen, ásványvizekben is található (pl. a budai hőforrások némelyikében) és jelenlétének gyógyhatást tulajdonítanak.

Az *alkáli-fémek* (Li, Na, K, Rb, Cs) közül a *nátrium* gyakorlati jelentősége a legnagyobb. (Magukat ezeket a fémeket a kémiai ipar csak mint közbeneső anyagokat alkalmazza.) A *nátriumklorid (konyhasó)* a ter-

mészetben mérhetetlen mennyiségben áll az emberiség rendelkezésére a a kősótelepeken és a tenger vizében, mely utóbbinak csaknem 3%-a konyhasó. Az ember és állat közvetlenül étkezési célra használja, de igen sokat fogyaszt belőle a kémiai ipar. Belőle állítják elő a glaubersót (nátriumszulfát), szódát (nátriumkarbonát), marólúgot (nátriumhidroxid) és a klórt, melyet a kémiai ipar viszont ezernyi célra alkalmaz. A nátrumnitrátról, mely a chilei salétrom legfontosabb része, a nitrogén vegyületei kapcsán fogunk szólni. A nátriumbromid és nátriumjodid a gyógyszerészetben fontos anyagok. A kálium és vegyületei oly nagy mértékben hasonlítanak a nátriumhoz, illetőleg a megfelelő nátriumvegyületekhez, hogy számtalan kémiai műveletnél egyik a másikat egyszerűen helyettesíteni tudja. Egy igen lényeges pont van azonban, ahol semmiesetre sem helyettesíthetik a nátriumvegyületek a káliumvegyületeket és ez a növények igényeinek kielégítése. *A növényi szervezeteknek fejlődésükhöz okvetlenül szükségük van vízben oldható káliumvegyületekre, és ezeket a megfelelő nátriumvegyületek semmiképp sem pótolhatják.* Ez annál szomorúbb, mert oldható káliumvegyületekkel Földünk távolról sincs oly bőségesen ellátva, mint nátriumvegyületekkel. A tenger-vízben csak csekély mennyiség foglaltatik belőlük és e tengerek beszáradása útján létrejött sótelepek közül úgylátszik egyedül a stassfurti oly szerencsés, hogy kálisórétegei vannak. Ezek látják el káliműtrágyával a világ intenzíven dolgozó mezőgazdaságát. A világháború előtt Hazánkban, Erdélyben is megindult a kálisókeresés, mely csakis azért nem végződött merőben eredménytelenül, mert ezúttal találták a kissármási csodás gazdagságú földgázforrásokat. A növényzet organikus sók alakjában halmozza fel testében a káliumvegyületeket. A növényzet elégetésekor ezekből káliumkarbonát (hamuzsír) lesz, melyet könnyű szerrel lehet a hamuból elkülöníteni. A cukorrépában összegyűlt káliumvegyületek javarészt a cukorszörpbe (melasz) jutnak. Ha ezekből szeszt készítünk, és az ú. n. szeszmoslékot elégetjük — mint azt melasz-szeszgyáraink közül a jól felszereltek teszik — a nyert hamuból hamuzsír termelhető. A káliumnitrát a puskapor fontos alkotórésze.

Az 1. számú függőleges oszlop kissé jobbratolt elemei (Cu, Ag, Au) nem hasonlítanak az alkálifémekhez. Köztük a réz különösen az elektrotechnikai ipar szempontjából fontos, mert *(az ezüst után) ez a legjobb vezetője az elektromosságnak.* Elektromos vezetőkeink úgyszólván teljesen tiszta rézből készülnek. *Cinkkel képezett ötvözete, a sárgarézt, és ónnal képezett ötvözete, a bronz, sok célra előnyösen használható.* Vegyületei közül a rézsulfát (réz-

gálic, kékkő) a mezőgazdaság nélkülözhetetlen növényvédő szere. Az *ezüst* gyakorlati hasznát szinte felesleges tárgyalnunk (pénzek, evőeszközök, dísz tárgyak). Vegyületeinek némelyike a fényképezésben nélkülözhetetlen és a gyógyászatban becses. A fém *aranyról* nagyrészen ugyanazt mondhatjuk, mint a fém ezüstről.

A *kalcium-csoport elemeinek* (Ca, Sr, Ba, Ra) legfontosabbika a felsoroltak közt a legelső, a kalcium. Ez fordul elő a természetben legnagyobb mennyiségben. A mérhetetlen mennyiségben rendelkezésre álló *mész* (*kalciumkarbonát*) nagy szolgálatokat tesz, mint építő és útépitő anyag, sőt mint kémiai nyersanyag is (pl. a szulfitcellulóze gyártásban). Finom por alakjában szikes területeink termővé tételében volna nagy jelentősége, ha ez az eljárás nem lenne aránylag költséges. Mint márvány az építő- és szobrászművészet keresett anyaga. A *mész* *kőből készített égetett mész és oltott mész* jelentősége az építőiparban közismert, de ezeket az anyagokat a kémiai ipar is kiterjedten alkalmazza. (Az égetett és oltott mész a legolcsóbb bázis.) A *gipsz* (kalciumszulfát) ismert előnyös tulajdonságai folytán az építőiparban mindig talált magának érvényesülési területet. A *kalciumfoszfátok* foszfortartalmuknál fogva a növényi szervezet fejlődése szempontjából elsőrendű jelentőségűek és ezért *mint műtrágyaanyagok* az intenzív mezőgazdaságban nem nélkülözhetők. *A természet Európát mostohán látta el ilyen ásványokkal (foszforit, apatit), tengerentúli behozatalra vagyunk utalva.* (A 'vasművek által melléktermékként forgalomba hozott, ugyancsak kalciumfoszfát-tartalmú ú. n. *Thomas-salak* mennyisége a szükséglethez képest aránylag elenyésző.) Az ásvány alakjában található kalciumfoszfátokat nem alkalmazzák közvetlenül műtrágyául, mert nem oldódnak vízben. Ezért ezeket az anyagokat előbb kénsavval oldhatóvá teszik. (Szuperfoszfát.)

*Az állati és emberi szervezet foszfor-szükségletét — mely a csontok főalkatrésze — növényi táplálékaiból fedezi.*

A kalciumszilikát és nátriumszilikát keveréke szabad kovasavval ( $\text{SiO}_2$ ) együttesen kitűnő tulajdonságú anyagot, *üveget*, szolgáltat. Átlátszósága, vízben való oldhatatlansága, tisztíthatósága és főként az a körülmény, hogy öntés, fűvés és merítés útján aránylag könnyen megmunkálható, egész rendkívüli jelentőséget adott és ad az üvegnek az emberi kultúrában. A legközönségesebb értelemben vett, nátrium-kalcium-szilikátból álló üvegek összetételét igen sokféleképpen variálhatjuk azáltal, hogy a nátriumszilikátot részben káliumszilikáttal, a kalciumszilikátot részben alumínium-, bárium-, mag-

nézium-, cink- vagy ólomszilikáttal, illetőleg ezek keverékével, a kovasavat pedig részben bórsavval vagy foszforsavval helyettesítjük. így a szerint, hogy mi az üveg rendeltetése és mik az igények (keménység, olvadáspont, fénytörőképeség, állandóság kémiai hatásokkal, vagy hirtelen hőmérséklet-változásokkal szemben, stb.) a legalkalmasabb összetételt választhatjuk ki.

A *stronciumnak* és vegyületeinek nincs különösebb gyakorlati jelentősége. A *báriumvegyületek* legfontosabbika a *báriumklorid*, mely a répbogarak elleni küzdelemben tesz becses szolgálatot, mint permetezőszer. Kár, hogy mérgező hatása folytán sokszor vált szerencsétlenségek (mérgezések) okozójává. A *bárium-szulfát* oldhatatlansága folytán nem mérgező, a béltraktus vizsgálatánál használják a röntgenológusok. A *rádium* jelentőségéről korábban sokat elmondottunk. Ezen a helyen megemlítjük, hogy korábban legfontosabb lelőhelyeül a csehországi Joachimstalt tartottuk, hol az ú. n. uránszurokérc jelentékeny mennyiségben fordul elő, előbb részletesen letárgyalt bomlástermékeivel, köztük a rádiummal, egyetemben. Ezekből az ércekből állította elő 1906-ban a Curze-házaspár a rádiumot. Utóbb Amerikában, legutóbb pedig a belga Kongóban bukkantak aránylag gazdagabb uránérctelepekre. Manapság ez az utóbbi forrás szolgáltatja a termelt rádium legnagyobb részét. Tudományos kutatásokon kívül legfőbb szerepe a gyógyításban van, főként a rákos daganatok gyógyításában. Aránylag magas ára (grammonként mostanság kb. 150.000 pengő) gátolja ilyen irányú kiterjedtebb alkalmazását. (Eredményes és rendszeres klinikai kezelésekhöz legalább néhány tizedgrammos rádiumkészletre van szükség). Izotópjai közül a tórium-családfához tartozó mezotóriumot is használják orvosi célra, mely lényegesen olcsóbb bár, de felezési ideje kicsiny (6.7 év).

A *magnéziumcsoport elemei* közül (Bé, Mg, Zn, Cd) a *berilliumnak* és *kadmiumnak* kevés szerep jut a gyakorlatban. A *magnézium* — mint könnyű fém — az ugyancsak könnyű alumíniummal ötvözve a repülőtechnikában játszik jelentős szerepet. Vegyületei a természetben gyakoriak és sokszor a kalciumvegyületeket kísérik. Például a hegyláncokat alkotó dolomitban. A magnéziumkarbonátból (magnezit) égetés útján nyert *magnéziumoxid tűzálló berendezések készítésére szolgál*. A *magnézium-szulfát* a *keserűvizek* legfontosabb hatékony alkatrésze. Az elemi, *fémes cinket*, mint a levegőnek és víznek gyakorlatilag jól ellenálló fémet sűrűn használjuk a gyakorlatban (esőcsatornák, cinkbádogtárgyak). ötvözetei közül a sárgaréz a legfontosabb. Vegyületei közül pedig a *cinkfehér* néven ismert festék (ZnO) becses. Ez, továbbá némelyik sója orvosi célra is előnyösen használható.

A periódusos rendszer ugyanebben a függőleges oszlopában szereplő *higany* éppenséggel nem hasonlít a magnéziumcsoport említett elemeihez. Ez az *egyetlen fém, mely közönséges hőmérsékleten folyékony*. Részben ezért, részben pedig mert levegővel vagy vízzel érintkezve gyakorlatilag állandó, a fizikai és kémiai laboratóriumokban szinte nélkülözhetetlen. *Vegyületei* legnagyobb részben súlyosan mérgező hatásúak, de *megfelelő adagokban kitűnő gyógyító, illetőleg fertőtlenítő hatást* (szublimát) *fejthetnek ki*. A vérbaj elleni küzdelem ősi, nélkülözhetetlen gyógyszere úgy maga az elemi higany (higanykenőcs), mint pedig — célszerűbben — egyes vegyületei.

*A periódusos rendszer 3. függőleges oszlopába* tartozó elemek közül gyakorlati alkalmazása csak háromnak van, *a bórnak, alumíniumnak és ceriumnak*.

A *bőr* vegyületeit a gyakorlatban gyógyszerül, esetleg konzerválószerként alkalmazzák antiszeptikus hatásuknál fogva, de — mint már említettük — egynémely üvegtípus előállításánál is alkalmazzák bőrvegyületeket. Némely perbórsav-készítményt mosó-, illetőleg fehéritőszerül alkalmazzák.

Az *alumínium* a technika legbecsesebb könnyű fémje; sűrűsége 2'7, vagyis kereken csak harmadrész akkora, mint a vasé. Ezért a repülőtechnikában különösen fontos alkalmazást talál az alumínium, illetőleg ennek ötvözetei. Szélesebb körű használatának egyik legfőbb akadályja az, hogy előállítása más fémekéhez, például a vaséhoz képest körülményes és így aránylag drága. A természetben található alumíniumvegyületek legtöbbje (agyag, földpát), nem alkalmas az alumínium gyártására. Ebből a célból alumíniumoxidra van szükség, melyből azonban nem lehet az alumíniumot más fémek, például a vas módjára kohászati úton kinyerni, hanem csakis elektrolízis segítségével. Nyersanyagul általában a *bauxit* szolgál, *mely rendszerint vastartalmú*. Felhasználás előtt ezt az anyagot vastalanítani kell, mert ennek jelenléte a nyert alumínium tulajdonságait hátrányosan befolyásolja. A természetben található alumíniumvegyületek közt nevezetes a *földpát*, mely tisztán, vagy még inkább mint közetalkotó ásvány más anyagokkal együtt található. *A földpát természetes elmállása útján keletkezik a kaolin* vagy porcellánföld (alumíniumhidroszilikát), miközben káliumvegyületek oldódnak ki belőle. (Ezek a növényi szervezet fejlődése szempontjából — mint említettük — igen fontosak.) *Ha a kaolint égetjük, kémiaiilag kötött vizét elveszti és megkeményedik, igen magas hőmérsékleten pedig tömör, likacsoktól mentes, áttetsző anyaggá, porcellánná lesz*. A porcellánt

mázzal vonják be, hogy felülete sima, könnyen tisztítható legyen. A máz kaolin és földpát keverékéből készül. Ha a természetben képződött kaolint a víz elhordta és közben más anyagokkal (mész, kvarc) keverve ismét lerakta, *agyaggal* van dolgunk. Ebből készülnek égetés útján a cserép- és tégláárúk. *Az agyag és mész keverékéből (márga) égetés útján készül a cement.* Ha a márga e két anyagot nem a kívánt arányban tartalmazza, mesterségesen kell az arányt megváltoztatni. A kiégetett anyag finoman porítva azzal a közismert tulajdonsággal bír, hogy vízzel keverve megszilárdul. A sűrű cementhabarcsba homokot vagy kavicsot kevernek; a belőle készítenő építményekbe ezenfelül vasszalakat helyezhetünk el a szilárdság fokozására (beton, vasbeton). *A bauxitból készült cement gyorsabb megszilárdulásáról és nagy szilárdságáról nevezetes.* — Az alumíniumvegyületek közül megemlítjük az alumíniumoxidot, melynek tiszta kristályait drágakövekül használják, (korund, rubin, saphir), tisztátalan tömegei pedig becses csiszolóanyagul szolgálnak (smirgli) nagy keménységük folytán. — A timsó (káliumalumíniumszulfát) a textilipar becses pácanyaga.

A ritka földfémek közé tartozó *cerium* egyik legfontosabb alkalmazása az öngyújtókban használt ú. n. *tűzkő* előállítása. Ez 70% ceriumból és 30% vasból álló ötvözet. Belőle reszeléskor a levegőn eléggő szilánkok válnak le, melyek a benzingőzt meggyújtani képesek. <sup>4</sup>uer v. *Welsbach-tó* származik e találmány, kinek hervadhatatlan érdemei vannak a ritka földfémek kémiaiájának tudományos felderítésében. *Jellemző találmányának gyakorlati értékére, hogy tűzkövei évi hatmilliárd doboz gyufát helyettesítenek.* (Az évi gyufatermelés kb. 20 milliárd doboz.) — Az ú. n. *Auer* f. gázizzóharisnyák — melyekről később szólunk — ceriumoxidtartalmúak.

A periódusos rendszer harmadik oszlopába tartozó többi elemek, a gallium, indium, tallium, nemkülönben az ugyancsak ide tartozó ritka földfémek ezidőszertig gyakorlatilag oly csekély jelentőségűek, hogy róluk egyenként nem emlékezünk meg.

A negyedik oszlop elemei közül a *germánium*, *zirkonium* és a *Hevesy György* által felfedezett *hafnium* lényegesebb alkalmazást a gyakorlatban nem talált. A többi ide tartozó elemről röviden a következő mondanivalóink vannak. A *szén* a szerves élet legfontosabb eleme, gyémánt, grafit és amorf-szén alakjában közismert. A gyémánt technikai alkalmazása keménységével kapcsolatos (üvegvágás, fúróhegykészítés). A grafit, melyet részben a természetben találnak, részben mesterségesen amorf-szénből állítanak elő, ceruzák, tűzálló tégelyek, ívlámpaszemek és elektródok előállítására szolgál. —



*A természetben található amorf-szénfélések legtisztábbja az antracit, fokozatosan kisebb széntartalmú rendre a kőszén, barnaszén, illetőleg a tőzeg (turfa). Az elmúlt évszázad csodás technikai fejlődését alig tudnánk elképzelni ezek nélkül.*

A mesterséges amorf-szénfajok közül megemlítjük a *faszenet és kokszt*, melyek különösen a fémkohászatban tesznek kiváló szolgálatokat és a *kormot, mely a nyomdafestékek alapanyaga*. A finom eloszlású szenek, például a faszén avval a sajátsággal bír, hogy gázokat képes megkötni, adszorbeálni. Ha ezt a képességét bizonyos prepalásási eljárásokkal sokszorosra fokozzuk, *aktív szénről* beszélünk. Fontos szerep jut az aktív szénnek a gyógyászatban (orvosi szén), de különösen a gázálcok levegőszűrőinck készítésénél, mert a szénszűrőréteg a legtöbb mérgező gáz és gőz visszatartására alkalmas.

A szénnek, mint vegyületek alkatrészének az a különös sajátsága, hogy rendkívül változatos módon képes más elemekkel vegyülni és a szén atomjai egymással is nagy számmal egyesülhetnek ú. n. szénláncokká, melyek nyíltak vagy zártak lehetnek. Ennek tudható be, hogy sokkal több szénvegyületet ismerünk, mint anorganikus — széntől mentes — vegyületet. (Előbbiek száma kereken 300.000, utóbbiaké 25.000.) A szénvegyületek tárgyalásába itt nem bocsátkozunk, de mégis megemlítjük a *széndioxidot* ( $\text{CO}_2$ ), melyet a mindennapi életből legjobban a szódavíz formájában ismerünk. Ez a gáz könnyen cseppfolyósítható. Ha e folyadékot gyorsan párologtatjuk, hőszerű szilárd széndioxid keletkezik, melyet kockákba préselve mint „száraz jeget” hűtőszerűen lehet használni. E téglák hőmérséklete u. i. a szilárd széndioxid párolgása folytán kereken —  $70\text{ C}^\circ$ . Kár, hogy drága volta miatt ilyen irányú alkalmazása — melynek főként az élelmiszerek szállításánál volna jelentősége — nálunk nem tudott elterjedni.

A szénmonoxidnak ( $\text{CO}$ ), mint a generátorgáz és vízgáz alkatrészének nagy a technikai jelentősége. Ez az anyag okozza a világítógáz és az ú. n. széngáz mérgező hatását, melynek oly sok emberélet esett már áldozatul.

*Míg a szénnek, mint alkatrésznek, az élő szervezetek kémizmusában van elhatározó jelentősége, a vele bizonyos fokig rokon szilícium az élettelen világban játszik hasonló nagy szerepet.* Számos vegyülete közül a *kvarc* a homokok legfőbb alkatrésze, de mint kőzetalkatrész nagy mennyiségben található a vulkáni kőzetekben. Ugyanezt mondhatjuk a kvarc (szilíciumdioxid) származékairól, a szilikátokról is. *A tisztább kvarcfélések az üvegyártás nélkülözhetetlen nyersanyagai.*

A *titán* kisebb gyakorlati alkalmazású, magas olvadáspontú fém. Vas-hoz ötvözve annak szilárdságát növeli. Oxidját újabban fehér festékül használják.

Az *ón* evvel szemben sokoldalú alkalmazást talált, de drága volta miatt lehetőleg más fémekkel helyettesítjük. Staniollpapír, tubus, szifonfej alakjában a gyakorlatilag tiszta ónt a mindennapi életből jól ismerjük, számos ötvözetét — köztük a bronzot és forrasztóönt — a metallurgiában alig lehet nélkülözni. A konzervdobozok ónnal bevont vasbádogból készülnek.

Az *ólom*, melyet legtöbbször  $\frac{1}{5}$  rész antimónnal ötvöznek (kemény ólom, betűfém) gyakorlatilag szintén becses fém. Vegyületeinek is nagy hasznát vesszük. A vas rozsdásodása ellen legbecsesebb védekezőeszközünk, a *minium*, nem különben az *ólomfehér* (kremsi fehér) nevén ismert festék az ólomvegyületek közé tartoznak. A szépen csillogó, de könnyen karcosható ólomüveg, a cserépedények máza, nemkülönben több gyógyszer ólomoxid felhasználásával készül. Nagy hátrány az ólomvegyületek mérgező hatása. Akkumulátormunkásokat, nyomdászokat, mázolókat, fazekasokat, stb. körültekintő módon kell óvnunk a sorvasztó ólommérgezéstől.

A *tórium* radioaktív elem, a „tóriumcsaládfa“ legmagasabb atomsúlyú eleme. Legfontosabb gyakorlati alkalmazása az *Auer-féle* gázizzóharisnyák készítésénél van, melyeknek tóriumoxid a legfőbb alkotórésze. A gáz- és villanyvilágítás egykor oly éles versenyében hatalmas előnyt adtak ezek a harisnyák az előbbinek, de az utóbbi véglegesnek látszó győzelmét mégsem tudták megakadályozni.

A *nitrogéncsoport*hoz tartozó elemek (N, P, As, Sb, Bi) mindegyike nagyjelentőségű gyakorlati értelemben. Azonban közülük a legelsőnek, a *nitrogénnek*, különösen *kimagaslik a fontossága és pedig úgy növény- és állatéletteni, illetőleg mezőgazdasági és szociális, mint pedig technikai és haditechnikai szempontból*. A dolog így áll: A növényi és állati, illetőleg emberi szervezet legfontosabb élő része, a *protoplaszma*, kémiai értelemben véve fehérje, tehát nitrogéntartalmú vegyület. Ahhoz, hogy az állati és emberi szervezet fehérjekészletét fenntarthassa, többek közt fehérjével kell hogy táplálkozzék. Ezt a fehérje-szükségletet az állati és emberi szervezet a növényekből fedezi. A növények abban az előnyös helyzetben vannak, hogy fehérjeiket *anorganikus* nitrogéntartalmú vegyületekből (nitrátokból, illetőleg ammóniumvegyületekből), melyeket a talajból vesznek fel, képesek előállítani. Lényeges azonban, hogy az elemi nitrogént, mely oly korlátlan mennyiségben áll a levegőben rendelkezésre, a növények nem képesek ilyen

célra értékesíteni. (Eltekintünk itt az ú. n. nitrogényűjtő baktériumok szerepétől, mely nem alárendelt jelentőségű ugyan, de a most kifejtendő probléma lényegét mégis alig érinti.) Ám a termőtalaj általában nincs korlátlan mértékben ellátva anorganikus nitrogénvegyületekkel és így — hogy termőképességét kihasználhassuk — trágya alakjában külön kell ilyenekről gondoskodnunk. A természetes istállótrágya nyilván elégtelen erre a célra, hiszen könnyű elgondolni, hogy termőföldről elvitt termények nitrogénjének így csak csekély törtrészét kaphatja vissza a termőföld. Nitrogénvegyületeket tartalmazó műtrágyára szorul tehát természetszerűen az intenzív mezőgazdaság. Korábban ennek csak két forrása volt: a chilei salétrom és a gázgyárak termelte ammóniumsulfát. A mezőgazdaság folyton nagyobbodó igényeit azonban — mely végeredményben a népesség szaporodása folytán önként értetődő — egyik sem volt képes kielégíteni. Fokozta a nehézségeket “a kémiai ipar, köztük a robbantószeripar és hadiipar ugyancsak növekvő ammónia- és nitrátszükséglete (a békében és háborúban használt robbantószerkezetek úgyszólván mindegyike nitrogéntartalmú) és az, hogy a tengerentúli chilei salétromtelepektől magát minden állam függetleníteni iparkodott. Égető néptáplálási, technikai és hadipróblémává lett tehát oly eljárás kidolgozása, mely lehetővé teszi a levegő nitrogénjének akár ammóniává, akár nitrátokká vagy más vegyületekké való átalakítását. (Ha egyszer a nitrogén kémiaiilag meg van kötve, a nehézség megoldottnak mondható, mert egyik nitrogéntartalmú vegyületből nem nehéz a többit előállítani.) A dolog főnehézségét az elemi nitrogén passzív kémiai magatartása okozta, vagyis az, hogy a nitrogént igen nehéz más elemekkel való vegyülésre bírni. A kémikusok kitartó munkáját végül mégis teljes siker koronázta. *Birkeland* és *Eyde* „levegősalétrom“ — eljárását, mely elektromos ívfényben egyesíti a nitrogént és oxigént, a jóval gazdaságosabb *mész-nitrogén-eljárás* követte — a kalciumkarbid magas hőmérsékleten nitrogént köt meg, mely könnyen ammóniává alakítható — végül pedig *Haber* eljárása, mely utóbbi, mint leg-gazdaságosabb módszer, a jelek szerint végérvényes megoldást jelent. Elvileg egyszerű az eljárás: az elemi nitrogén és hidrogén alkalmas katalizátor jelenlétében, magas nyomáson, magas hőmérsékleten ammóniává ( $\text{NH}_3$ ) egyesíthető. Gyakorlati kivitele céljából azonban igen nehéz technikai akadályokat kellett legyőzni. A világháború folyamán ezek is megoldódtak és ma már egészen általános a *Haber-téle* eljárás alkalmazása, mely bőségesen ellátja a mezőgazdaságot kalciumnitráttartalmú műtrágyával (Péti só), ille-tőleg a kémiai- és hadiipart a szükséges salétromsavval és ammóniával.

A *foszforvegyületek* növény- és állatélettani jelentőségéről a kalcium foszforvegyületei kapcsán (foszforműtrágyák) már megemlékeztünk. Az elemi *foszfor* két módosulata közül a sárga foszfort alacsony gyulladási hőmérséklete gyufakészítésre predesztinálta. Mérgező volta azonban sok bajnak kútforrása lett és ezért a kultúrállamok a sárgafoszforos gyufák készítését eltiltották. Mai gyufáinknál a nem mérgező vörös foszfor játssza a lényeges szerepet, melyet a doboz oldalán látunk alkalmazva. Ennek az ugyancsak jól kialakult gyufatípusnak egyeduralmán nem kis részt ütöttek az ú. n. öngyújtók, melyekről a ritka földfémekkel kapcsolatosan már szólottunk.

Az *arzén* és vegyületei mérgező voltokról hírhedtek a legősibb idők óta. Gyógyító hatásuk jelent ugyan előnyt az emberiség számára (újabban ennek jelentősége nem kevésbé alászállott), de nyilván szomorú eredménnyel járna, ha egybevetnénk, hány emberéletet mentettek meg és hányat oltottak ki az arzénvegyületek. Némi mentségül szolgáljon, hogy újabban kiváló eredménnyel alkalmazza a *mezőgazdaság az arzénvegyületek némelyikét (főként az arzénsavas kalciumot) mint növényvédőszert* pl. az alma- és szőlőmoly, a répabogár stb. elleni küzdelemben.

A fémek közé tartozó *antimont* tiszta állapotban alig alkalmazzák. Ötvözetei közül a 20% antimont tartalmazó kemény ólom a legközönségesebb, melyből pl. a nyomdai betűk készülnek.

A fémek *bizmutot*, mely az antimonnál lényegesen ritkább és drágább, alacsony olvadáspontú ötvözetek előállítására használják. Vegyületeiből gyógyszerek és kozmetikai cikkek készülnek. A bizmutvegyületek újabb időben a vérbaj elleni küzdelemben tesznek kitűnő szolgálatokat az emberiségnek.

Az ötödik függőleges oszlop többi elemeiről a *vanádiumról, nióbiumról, tantálról* és *protaktiniumról* nem emlékezünk meg egyenkint, mert gyakorlati jelentőségük alig van.

Az *oxigéncsoport elemei* (O, S, Se, Te, Po) valamennyien nem-fémek. Köztük az *oxigén*, mint a levegő főalkatrésze, mérhetetlen mennyiségben áll rendelkezésünkre és állandóan táplálja a közönséges értelemben vett égési folyamatokat épúgy, mint a lassú égési folyamatokat, mely utóbbiak közül kétségtelenül legfontosabbak az állati és emberi szervezetben lefolyó átalakulások. Mint iparcikk is forgalomba kerül acélpalackokban komprimálva. Előállítása céljából a levegőt cseppfolyósítják, majd ezt a folyadékot lassan

párologtatják. Előbb a nitrogén, majd az oxigén párolog el. Alkalmazzák a vaskohászatban, a kémiai iparban és az autogénhegesztésnél. Az utóbbi eljárás lényege az, hogy hidrogén- vagy acetilén-lángot oxigénnel táplálnak, miáltal oly magas hőmérsékletű lángot kapunk, hogy ebben a vas, acél könnyen megolvad és így ilyen tárgyak külön forrasztóanyag használata nélkül egybeforraszthatók. Nagy előny, hogy a kicsiny méretű — néhány centiméteres — fuvólángocskával könnyen odaférközhetünk, ahol szükség van rá. Míg a közönséges oxigéngáz molekulái két-két atom oxigénből vannak összetéve, addig az *oxigén allotrop módosulatának, az ozónnak, molekulái három atom oxigénből állanak*. Az ozón *erélyesebb oxidáló anyag, mint a közönséges oxigén és e tulajdonságánál fogva a baktériumokat elpusztítani képes*. Helyenkint gyakorlatilag is felhasználják ezt a tulajdonságát vízvezetékvezetek fertőtlenítésére.

A kén egyike a kémiai ipar legjelentősebb nyersanyagainak. Elemi államost vörösre, a festőrekettyét sárgára, a festőcsülleget kékre, tölgyfalevelet *szénkéneg* (széndiszulfid) nevű folyadék, mely *egyedüli bevált szerünk a szőlő gyökerén élősködő phylloxera ellen*. Finom eloszlású alakban, vagy az ú. n. poliszulfidok alakjában (mészkenlél) azonban gombabetegségek ellen is kitűnő szolgálatokat tesz a növényvédelemben. Az állat- és embergyógyászatban sem csekély a jelentősége (kénvirág, kéntej). Az elemi kén vagy pirít ( $\text{FeS}_2$ ) égetése útján nyert *kéndioxidot* a szulfitcellulózegyárak, textilfehérítők nagy tömegekben használják; jól bevált szer a lovak rühössége ellen. *A kéndioxidból gyártják a kémiai ipar egyik legfontosabb anyagát, a kénsavat* és pedig részben az ú. n. ólomkamraeljárással, részben az ú. n. kontakteljárással. Elsőnél az a lényeg, hogy a kéndioxidot vízgőz jelenlétében nitrogénoxidokkal kénsavvá oxidálják (ezt a műveletet ólomlemezekkel bélelt, nagyterjedelmű ólomkamrákban végzik), a másodiknál pedig elemi oxigénnel történik az oxidáció, finom eloszlású platinakatalizátor jelenlétében.

A természetben aránylag kicsiny mennyiségben található *szelén* gyakorlati alkalmazásától esetleg még sokat várhatunk a ma még gyermekcipőben járó képtáviratozásban, melynél az ú. n. szelénfotocellák alakjában kerül használatra. Azon alapszik ez alkalmazás, hogy *fény hatására változik a szelén elektromos ellenállása*. Az ellenállás változását a felvevőhelyen fényváltozás létesítésére értékesítik. A hatást a felvevőhelyen a kép ugyanazon pontjain kell érvényesíteni, mint a leadóhelyen.

A *tellurt* gyakorlatilag nem használják. A *polóniumnak* a-sugárzása a legfontosabb tulajdonsága, melyről fentebb részletesen szoltunk.

A *hatodik* függőleges oszlop *többi elemei* (Cr, Mo, W, U) fémes tulajdonságúak és magas olvadási pontjukról nevezetesek. A *krómot* tiszta állapótban kevéssé alkalmazzák nagyobb mennyiségben, már csak drága volta miatt is. *Acélhoz ötvözve* (krómacél) *annak tulajdonságait igen előnyösen befolyásolja*. Elektrolitisan más fémekre leválasztva szép fényű, állandó bevonatot ad (krómozás). Vegyületei közül a *krómsárga* néven forgalomba hozott festékek becsesek.

A *molibdén* gyakorlati használata elenyésző. A *wolfrám* azonban, *mint izzólámpáink izzófonala*, ugyancsak általános jelentőségű. Igen magas olvadáspontja predesztinálja erre a szerepre. Nevezetes azonban, hogy éppen c miatt és rideg volta miatt sok nehézséget kellett a technikának legyőzni, hogy a wolfrámból a szükséges vékony fonalak előállítását lehetővé tegye.

Az *urán* (uránium) legfontosabb sajátossága a radioaktív bomlása, melyről részletesen volt már szó.

A *halogén elemek* (F, Cl, Br, J) *mindegyikének* jut szerep a gyakorlatban. Közülök a *fluor a legreakcióképesebb elem*, igen mohón és hevesen egyesül az elemek legtöbbjével. *Hidrogénnel képezett vegyülete* könnyen oldja az üveget és azért *üvegmaratásra használjuk*.

A *klór* elemi állapotában a kémiai ipar fontos nyersanyaga. Elektrolízis útján konyhasóból készül. Klórmeszet és egyéb fehérítő, fertőtlenítő anyagokat készítenek belőle, de organikus vegyületek előállításánál is nagyon fontos szerepet játszik. Heves mérgező hatásánál fogva a világháborúban harci gáznak is használták. Vegyületei közül a sósav (hidrogénklorid) és a konyhasó (nátriumklorid) a legfontosabbak, de más fémek kloridjainak is sokszor vesszük hasznát.

A természetben sokkal kisebb mennyiségben található a *bróm*, mely a klórhoz sok tekintetben igen hasonló, az egyetlen nem fémes elem, mely közönséges hőmérsékleten és nyomáson folyékony. A kémiai és gyógyszeripar veszi hasznát. Több vegyülete becses gyógyszer. Ugyanezt mondhatjuk a még csekélyebb mennyiségben lelhető *jódról* is, melyet alkoholos oldatban elemi állapotban is alkalmaznak gyógyszerül (jódinktúra) fertőtlenítő hatásánál fogva. A jodoform és jódkáli, ezenfelül még mások is, becses gyógyszerek.

A hetedik oszlopba tartozó többi elemek (Mn, Ma, Re) közül csak a mangán szerepel a gyakorlatban. Fémes elem ez, melyet némely acélfajtához

ötvöznek, hogy ezzel az acél tulajdonságait előnyösen befolyásolják. Vegyületei közt is találunk technikailag és gyógyszertanilag becseseket. (Barnakó, káliumhipermanganát.)

A periódusos rendszer utolsó, nyolcadik függőleges oszlopába tartozó elemek közül előbb az egymáshoz sok tekintetben hasonló *vasat, kobaltot és nikkelt* tárgyaljuk. A vas-ról ugyanazt mondhatjuk, amit a szénről, hogy t. i. nélküle alig tudnánk még csak elgondolni is a technika mai fejlettségét. Kémiai szempontból csak annyit emelünk ki, hogy *a kémiailag tiszta vas tulajdonságai távolról sem olyan előnyösek, mint a mindennapi életből jól ismert vasfajtáké*. Elsősorban a széntartalom az, melynek nagyságától a vas olvadáspontja és technikai magatartása függ. A legnagyobb széntartalmú vas — nyersvas vagy öntöttvas — aránylag könnyen olvad és így öntés útján könnyen megmunkálható, de viszont rideg, törékeny. Az igen kicsiny széntartalmú, aránylag lágy, nem rugalmas kovácsvasnak lényegesen magasabb az olvadáspontja, de nem rideg, kovácsolás útján könnyen formálható. A széntartalom tekintetében a két vasfaj közt álló acélt öntés és kovácsolás útján is meg lehet munkálni. Nevezetes ezenfelül, hogy az acélnak a keménységét és rugalmasságát *edzés* útján (hirtelen lehűtés) igen jelentékeny mértékben fokozni lehet. A törékenység másrészt *megegersztéssel* (enyhébb felhevítés) csökkenthető. A szénen kívül idegen fémek (titán, mangán, króm, nikkel, wolfrám, szilícium, foszfor) is lényegesen befolyásolják a vas fizikai és technikai tulajdonságait. A vasfajok számos tulajdonsága közül kiemeljük annak *mágneses viselkedését*, melynek az elektrotechnikában elhatározóan nagy jelentősége van. A rozsdásodás elleni küzdelemben — fájdalom — sokkal kevésbé jutott előre a technika és tudomány, mint a vas egyéb tulajdonságainak nemesítésében. A vas számos vegyületét használjuk a kémiai iparban és gyógyszerészeiben.

A *kobalt* sok tekintetben hasonlít a vashoz, jelentősége mindazonáltal elenyésző, már csak gyér előfordulása miatt is. Gyakorlatilag a kék kobaltüvegek és kóbaltmázok képezik a legismertebb alkalmazási területet.

A *nikkel* technikailag igen becses tulajdonságú fém, kár, hogy drága volta korlátozza alkalmazását. Magas olvadáspontja, lassú oxidációja, jelentékeny elektromos ellenállása elektrotechnikai berendezések (elektromos ellenállások, fűtődrótok) készítésére teszik alkalmassá, ötvözeteiből (új-ezüst, argentan, alpakka, packfong stb.) ezenfelül használati tárgyakat, váltópénzeket állítanak elő. Vas- és egyéb fémtárgyakat galvános úton nikkellel vonunk be, hogy rozsdásodástól megóvjuk őket.

A még hátralevő hat elem (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) mindegyike ritkán található nemes fém, melyek legtöbbször hígított savakban egyáltalán nem, csak király vízben oldható fel. Tömör állapotban némelyik még királyvízben sem oldható. Az utóbbi három igen magas sűrűségével tűnik ki. (*Az osmium az összes ismert anyagok közül a legnagyobb sűrűségű, sűrűsége 22'5.*) Gyakorlatilag legnagyobb alkalmazási területet a *platina* talált. Mint tűzálló és saválló nemes fém, a laboratóriumi munkáknál sokszor nélkülözhetetlen. Finom eloszlású állapotban kiváló *katalizátor*, melyet kénsavgyártásnál is felhasználunk. Egy emberöltővel ezelőtt, mikor a platina még lényegesen olcsóbb volt az aranyánál (viszont a kerámia és üvegipar lényegesen fejletlenebb volt), a kénsav desztillációjára platinaedényeket használt a nagyipar is. Sokat fogyasztott belőle korábban az izzólámpaipar, azon tulajdonsága alapján, hogy hőkiterjedési együtthatója az üvegével egyenlő és így alkalmas az elektromos vezetéknek az üvegyanyagba való beolvasztására. Drága volta miatt természetesen lehetőleg pótanyagokkal helyettesítik. Azóta viszont az ékszerészek dolgoznak fel belőle fokozatosan nagyobb mennyiségeket.

*Az irídiumot* igen sokszor a platinához ötvözik.

*Az osmiumot* magas olvadáspontja miatt *izzólámpák fonalainak* készítésére lehet alkalmazni. Gyakorlatilag azonban az osmiumlámpák használata alárendelt. A *palládiumot* katalizátorul használják a kémikusok.



# RUHÁZKODÁSUNK

ÍRTA  
CSÚRÖS ZOLTÁN

Az EMBERISÉG RUHÁZKODÁSÁNAK ellátása ma nagy iparágak feladata. Régebben háziiparok foglalkoztak ezzel a fontos feladattal. Nem is olyan régen hazánkban szinte minden család még maga állította elő mindazt, amire ruházkozásban szüksége volt. Közeleső vidékek termelték és dolgozták fel sajátos kiindulási anyagaikat és feleslegeiket kicserélték egymás közt. A múlt század végén ezt a házi, vagy vidéki ipart nagy mértékben legyöngítette távoli világrészek új nyersanyagkincse és az iparosodó államok hatalmas gyáripára. A múlt világháború előtti iparunk csak részben tudta fedezni ez irányú szükségleteinket. Mostanra ez a helyzet erősen megváltozott. Cél tudatos munka eredményeképpen odáig fejlődtünk, hogy az utolsó békeévekben saját szükségleteink legnagyobb részét belföldön állítottuk elő, sőt bizonyos cikkekből tekintélyes kivitelünk volt már.

Az őseink testét a külvilág nem kívánatos behatásaitól, hidegtől, esőtől, széltől, rovaroktól valamikor azzal védte meg, hogy bekente olyan kenőcsszerű anyagokkal, amik talán valami védelmet nyújtottak. Ki tudja, mennyi próbálkozás és megfigyelés eredménye volt, amikor már állatok lenyúzott bőrét és prémjét tudták erre a célra alkalmazni. Még további fejlődés eredményeként tértek rá lassan arra, hogy lenyírt állati szőrökből, majd növényi eredetű szálás anyagokból készítették azokat a szövődékeket, amik a legújabb időkig egyedüli alapanyagai maradtak a ruházkozásnak. Eltekintve a bőrtől és prémről, amik bizonyos célokra ma is a legjobban alkalmazhatók, a ruházkozás túlnyomórészt szálás anyagok felhasználásán alapult. A szálás anyagokból fonalakat, ezekből pedig szövődékeket állítottak elő, különböző szövési, kötési, burkolási stb. eljárásokkal. A szálás anyagok előkészítését, tisztítását, fonallá és szövődékekké való feldolgozását végzi a *textilipar*.

Minden olyan anyag, amit felhasználhatott, vagy állati, vagy növényi eredetű volt, tehát a természet nyújtotta őket készen. A minőséget, a mennyiséget lehetett befolyásolni. Céltudatosan igyekeztek olyan növényfélésegeket ki-termeszteni, olyan állatfajtákat kitenyészteni, amelyek finomabb és jobb szá-las anyagokat szolgáltatnak. Óriási eredményeket lehetett ezen az úton elérni, minőségben nagy javulást előidézni. De minden eredmény, bármilyen nagy és szép volt is, belül maradt egy körön, a természet által megvont lehetősé-geken. Minden alapanyag a természet ajándéka, élő növényi és állati szer-vezetek terménye volt. Az emberiség ebben a tekintetben is ki volt szolgál-tatva a természet szeszélyeinek. Ettől függött, hogy elég anyag állott-e ren-delkezésre, vagy szükségét kellett látnia.

A XX. század kezdetével ez a helyzet lényegesen megváltozott. Emberi szándék és akarat ekkor teremtette meg az utat, amelyen bizonyos mértékig kivívhatta függetlenségét. Sikerült megteremteni az első mesterséges szálás anyagot, amit hamarosan követtek a többiek. Ezeknek az alapanyaga is ter-mészetes anyag volt ugyan, de olyan, ami eredeti alakjában ruházkodási cé-lokra nem felelt meg. A legutóbbi pár évben viszont olyan eredményeket lehetett elérni, amik már teljesen függetlenek élő szervezetektől. Nem nö-vényi vagy állati, hanem ásványi eredetű anyagokból kiindulva lehetett mes-terséges szálás anyagokat előállítani. Köztük olyanokat, amik minden eddig ismert anyagot felülmúlnak. Ezzel új út nyílt a jövőbe. Lehetséges, hogy valamikor, a távoli vagy közelebbi jövőben ruházkodásunkat teljesen füg-getleníteni lehet azoktól az élő szervezetektől, amik eddig egyedüli szállí-tóink voltak.

A múlt század végéig minden felhasználható szálás anyag növényi vagy állati eredetű volt. Ismertek ugyan üvegből, fémekből, vagy fémötvözetekből készült mesterséges szálakat, vagy fonalakat is, de ezeket csak bizonyos különleges célokra lehetett alkalmazni, éppúgy, mint az azbesztszálakat és fonalakat. Az állati eredetűek túlnyomóan szőrök, amilyen a gyapjú, a kecske és teve szőre. E mellett mirigyváladékokat is feldolgoztak, elsősorban a valódi selymet, főleg finomabb és drágább árukra. A növényi eredetűek közt vannak hánccsrostok, amilyen a len és a kender, levélrostok (manila-kender), gyümölcsrostok (kókusz), valamint magszálak, amilyen a pamut és a kapok.

Ezeket az anyagokat használta fel a textilipar, ezekből készítette óriási változatban, különböző színekre megfestve mindazt, amit a jogos igény, vagy a divat szeszélye megkívánt. Elsősorban len, kender, selyem, gyapjú és

esetlegesen más állati szőr, de közülük is túlnyomóan gyapjú és len voltak az alapjai a ruházkodásnak évszázadokon át. Lenszövedékeket a cölöpépítmények között találtak ásatások alkalmával, jeléül annak, hogy a történelem előtti időkben használta az emberiség. Gyapjú és len volt az egyiptomiak, görögök, rómaiak ruhája, ezeket dolgozta fel az európai ipar a XVIII. évszázadig túlnyomó nagy részben. Gyapjufeldolgozó üzemek már időszámításunk első évszázadaiban voltak a mai Belgiumban, gyapjúval és pamuttal dolgoztak a kassai szövőmesterek, akik *Zsigmond* királytól kaptak kiváltságlevelét. Szinte egyidejűleg Budán és Bártfán virágzó textilkipar volt. A belga lenipar már a XI. században fontos szerepet játszott, nagyobb-méretű lett a XV. században, amikor a gyapjúipar átmenetileg elvesztette jelentőségét. Flandria volt a lenipar központja, öt évszázadon át a flamand nép jóléte szinte kizárólag a lentermelés eredményétől függött. Lentermelés és lenipar volt az alapja hazánkban hosszú évszázadokon át a felvidéki cip-szer és az erdélyi szász megélhetésnek és jómódnak.

A házi és kisiparszerű gyapjú- és lenfeldolgozás egészen a XVIII. századig tartott. *Lavoisier* munkái és felfedezései alapján teremtődött meg a szerves kémiai nagyipar és az a tudományos gondolkodás, amelyik teljesen átalakította a termelést. Az addig uralkodó lassú tapasztalat helyére cél-tudatos vizsgálódás és kísérletezés került. Ennek következtében nagyiparrá alakult a textilipar is.

Az átalakulásnak nemcsak tudományos előzményei voltak, hanem gazdaságiak is. A széntüzelés és a gőzgép éppúgy előmozdítói voltak ennek a folyamatnak, mint Anglia növekvő világhatalma, ami egészen új lehetőségeket teremtett. Megjelent Európában az indiai pamut, mint új kiindulási anyag, ami megszüntette a gyapjú és len addigi egyeduralmát, de megteremtette a nagy angol pamutipart. Az addigi kézierőt egyre jobban gépierő váltotta fel, olyan munkalehetőségeket nyitva az ipar részére, amire előbb gondolni se lehetett, míg csak kézi vagy állati erő állott rendelkezésre. Ez az ipar tudta csak már abban az időben a növekvő lakosságú Anglia életfeltételeit biztosítani.

A növekvő textilipar más iparoktól függött, ezeknek a fejlődését mozdította elő. A pamutiparnak szüksége volt szappanra, több káliumkarbonátra, a fehérítés miatt pedig klórra. A fokozódó szükséglet először Franciaországban és Angliában jelentkezett a növekvő számú lakosság miatt, de fokozta az ipar átállítása pamutra, amit a világtengerek ura, Anglia, olcsó

víziúton hozott be Egyiptomból és főleg Indiából. A textilipar teljesítőképességét óriási mértékben növelte az első fonó-, szövő- és nyomógépek felfedezése, valamint a pamut gépi magmentesítése (egrenálás), 1765 és 1791 közt, tehát *Lavoisier* idejében.

A növekvő szappanipar fokozott káliumkarbonát-szükségletét a fahamu hamuszírjával fedezni már nem lehetett, ezenkívül növekvő karbonátmenyiségeket igényelt a kálicsappant és a klór-fehérítő lúgot (eau de Javelle, kálium hipoklorit-oldat) előállító ipar is. Ezt a szükségletet csak a Leblanc-féle szódagyártás tudta kielégíteni. Ez az eljárás maga után vonta a szükséges vegyszereknek, a nátriumszulfátnak, a kénsavnak és ezekhez kapcsolódva a sósavnak és klórnak gyártását.

Előzőleg is gyártottak már bizonyos vegyszereket, így kénsavat, sósavat, alkálilúgot, egyes sókat, de mennyiségük alárendeltebb volt és gyártásuk a régebbi korokban szerzett tapasztalatokon alapult. Az új szóda-, kénsav-, sósav-, klórgyártás a növekvő szükséglet miatt egyre nagyobb méreteket öltött és ezzel kezdetét vette a kémiai ipar térfoglalása. Az 1789-es francia forradalom kitörésével majdnem egyidőben, 1791-ben, a Leblanc-szóda gyártásával kezdődött a tulajdonképeni kémiai ipar. A nagy méretekből fejlődő pamutipar növekvő szappanszükségletének kielégítésére nem volt már elég az addig növényi hamuból előállított káliumkarbonát. Ennek pótlására a francia Akadémia pályadíjat tűzött ki és ennek ösztönző hatására született meg a Leblanc-eljárás, amit később a jobb Solvay-eljárás követett.

*Lavoisier* és nagy kortársai, *Dalton*, *Gay-Lussac*, *Scheele* felfedezései, *Leblanc* eljárása tulajdonképen Angliát hozták előnyös helyzetbe, ott indult meg a kémiai nagyipar. Akkoriban, a XIX. század végén, Anglia helyzete rendkívül kedvező volt. Uralkodott a tengereken, kezében volt a pamut és ezzel a pamutipar, ennek következtében szüksége volt szódára és klórra, kénsavra és sósavra, kezében volt a kőszén és az elsőség gőzgépben és vas-termelésben, amit még fokozott az, hogy a kivitel és behozatal útjai rendelkezésére állottak. Ott épült, 1798-ban a világ első világítógáz-gyára s ezzel később, 1860 körül megalapozta kátrányiparát. Iparát már vámmal védte és francia úttörő vegyészek, *Lavoisier*, *Leblanc* és mások munkájának, valamint svéd és német kutatók ezt követő eredményeinek elsősorban Anglia vette hasznát. A svéd *Scheele* klórja, *Berzelius* eredményei, a német *Liebig* és *A.W. v. Hofmann* felfedezései nem saját hazájukban hatottak, hanem Angliában, ahol ezek felhasználásával született meg a szerves kémiai nagyipar.

Az emberiség ruházódását ellátó textilipar egy másik helyen is erős irányító kézzel nyúlt bele a nagyiparok történetébe és ezzel az egész emberiség sorsának alakításába. Ez a hely a mesterséges festékek tere volt.

A textiliák megfestése már ősidők óta szokásban volt. Növényi és állati festékeket lehetett erre a célra felhasználni és alkalmas eljárások segítségével igen szép és tartós színezéseket tudtak előidézni. A színezésnek alapjában véve nagy gyakorlati jelentősége nincsen, főleg a tetszetősebb külső az, ami miatt kedvelik és ezért kedvelt és keresett cikk volt mindig a szépen festett szövetek.

Talán a természetben látható pompás színeket igyekeztek leutánozni és a ruhákra átvinni vele. Színes virágokat, majd más növényi részeket, leveleket, gyümölcsöket, szárakat és gyökereket alkalmaztak, mint színező anyagokat. Valószínűleg a véletlen vezette kezdetben az emberiséget ezen a téren is, de ezen az alapon már az ókori Kínában, Japánban, Indiában és Egyiptomban virágzó festőipar volt, melynek eljárásairól ma már csak keveset tudunk. A görög időkről alig tudunk valamit, a rómaiakról pedig csak azt, amit *Plinius* írt le. Ismerték a festő-búzért, az alkannát, az alkörpotban jelentős mennyiségben csak Szicíliában találják. Ebből készül a szürkére és feketére és a dióhéjat barnára. *Herodolos* tanúsága szerint már a pácfestést is ismerték. Elsősorban lent festettek, ezt a legrégebbi természetett szálal anyagot, vele majdnem egyidőben a gyapjút is és a Krisztus előtti 2. századtól kezdve a selymet, amit Kínából hoztak Európába. Ismerték már a bombykiát, egy vadselyemféleséget, valamint a tengeri selymet, a biszuszot. A rómaiak már a pamutot is alkalmazták, ami Kis-Azsiából került hozzájuk és ritkasága miatt igen becses volt. Időszámításunk kezdetén már elég fejlett textil-háziiparuk volt. A len-, gyapjú- és selyemszöveteken kívül kevert, gyapjú és lenből készülő árúik is voltak, valamint a fémzással átszőtt drága brokátokat tudták előállítani és festeni. Különleges értékű volt a bíbor-festés, amit különböző csigák festékével végeztek, és ami főleg drága ára miatt volt nagy becsben. 1 font, bíborral festett selyem értéke a Krisztus utáni III. században kb. 5000 pengő, a gyapjúé 4—500 pengő volt, így érthető, hogy bíbort eredetileg csak a császár viselhetett, később a főtisztviselők, majd az egyházi főméltóságok. Maga a festés is állami jog volt egy időben.

A népvándorlás zavarai közt megsemmisült a régi textilipar sok értékes tapasztalata. Csak Bizáncban maradt meg és fejlődött tovább. A VI. század-

bán erős fejlődést idézett elő a selyemipar, amit aztán az arabok fejlesztettek tovább és vezettek be Spanyolországban.

Bizáncból Velencébe menekült a textilipar és a festés tudománya, onnan került aztán tovább Európa többi részébe. A velencei *Rosetti* 1548-ban könyvben írta meg az akkori festést. A könyv olyan nagy becsben állott, hogy 1716-ban még franciára fordították.

A régebbi festékek mellett ismerték már a brazíliai vörös festékfát, az indigót, a sárga festő rezedát, a gubacsot, a szumachot és az orseillet. Gyapjút festettek timsópáccal, alkalmazták már a vas- és rézpácokat is.

Amerika felfedezése után nagy változást idézett elő az amerikai cochénille és a kék festékfa, valamint az Indiából bekerülő indigó. Az új festékek bevezetése nagy ellenkezéssel találkozott. Főleg a festőcsülleng-termesztők mozgattak meg minden eszközt az indigó ellen, helyenként halálbüntetés tiltotta a felhasználását. Végül azonban itt is győzött a jobb.

Új termékeket a spanyolok és portugálok hoztak be Európába és ezzel elűnt Velence addigi nagy szerepe. Az új festékekkel indult meg a nyugat-európai ipar fejlődése. Hollandiában és Flandriában virágzó gyapjúipar alakult ki, festésében egy időben egyeduralkodók voltak. *XIV. Lajos* korában a francia textilipar indult virágzásnak. *Colbert* 1669-ben megjelent törvényei pontosan megszabták, hogy milyen festékeket használhatnak a különböző festőmesterek. Tudósok sora kezdett foglalkozni a festéssel és a festékekkel és a XVIII. században már tekintélyes irodalmuk volt ezen a téren. Két fontos új festék is származik ebből az időből. Az egyik az 1747 körül Görögországból bevezetett törökvörös, a másik az ezidőben *Diesbach* által felfedezett berlini-kék. Mindkettőt nagy mértékben alkalmazta a textilipar.

A kedvelt vörös szín miatt sok festőbuzérra volt szükség. Ennek következtében a buzértermelés Franciaországban nagy területeken indult meg és virágzott, míg 1870 körül a mesterséges alizarin teljesen tönkretette.

A mesterséges festékek iparának megalapozása véletlennek köszönhető. A *W. v. Hofmann* 18 éves asszisztense, *W. H. Perkin* Londonban anilint akart oxidálni, abból a feltevésből kiindulva, hogy ha kininből redukáló bontással anilinhoz lehet jutni, akkor ennek az anilinnak az oxidációja kininhez kell vezessen. A várt kinin helyett ibolyaszínű festéket kapott, a mauveint. Gyártására *Perkin* 1857-ben gyárat alapított.

Ezt az első mesterséges festéket hamarosan követték a többiek, a fukszin, a Hofmann-féle ibolya és egy sereg más, amiket kiapadhatatlan sorban követtek napjainkig azok a szivárvány minden színében és árnyalatá-

han előállított festékek, amiknek alapvegyületei a kátrányból állíthatók elő és amiket éppen ezért *kátrányfestékeknek* neveznek.

Ez az ipar főleg Németországban fejlődött ki és lett nagygyá. Mivel pedig veile kapcsolatban egész sor más, szerves kémiai iparág is fejlődésnek indult, megalapozódott vele az a szerves kémiai nagyipar, aminek különleges jelentősége volt Németország előnyös gazdasági helyzetének a kialakításában. A kátrányfestékek ipara alapján és tanulságainak felhasználásával indult virágzásnak a gyógyszer-, az illatanyag-, a műanyag-, a lakk- és oldószeripar és sok más iparág, ami ma óriási értékeket termel és képvisel.

Maga a textilipar és a hozzá szükséges festékeket előállító ipar kiemelkedő szerepet tölt be az ipari termelésben ma is. Az egész világ ipari termelését 1928—29-ben körülbelül 300 milliárd pengőre becsülték, ebből körülbelül 50 milliárd pengő volt a textilipar értéke, tehát a termelt értéknek kereken egyhatod része. Hazánk egész ipari termelése 1939-ben 37 milliárd pengő értékű volt, ebből a textiliparra 570 millió pengő esett. A textilipar termelt értékének körülbelül 2%-a esik a felhasznált festékekre, ennek alapján a világ ipari termeléséből 1928—29-ben 980 millió pengő, az 1939-es magyar termelésből pedig 11<sup>4</sup> millió P esik a festékekre. Sajnos, ezidőszerint ez a nagy értéket képviselő festék mind külföldről kerül hazánkba, mert festékiparunk még nincs. Hiányzik hozzá az alapot adó kátrányipar, amelynek megteremtése pedig nemcsak textiliparunkat tudná ellátni festékekkel, hanem gyógyszer- és más szerves kémiai iparunknak, így a műanyagiparnak is hazai alapja lehetne. Ennek a kátrányiparnak az alapja hazai barnaszeneinkben megtalálható volna.

A ruházkodásunkat szolgáló textilipar kiindulási anyagai a legújabb időkig a természet által készen nyújtott szálás anyagok voltak. Ezeket részben a növényvilág, részben pedig az állatok szolgáltatják.

A növényi eredetű szálás anyagok közül egyike a legrégebben ismerteknek a *len*. Ez a legfontosabb növényi hánocsrost és egyúttal az emberiség által használt legrégebb növényi szálásanyag. Cölöpépítmények ásatási leletei szerint már a történelem előtti időkben is használták. Európában a XIX. század elejéig a német lenipar uralkodott, hazánkban pedig a Kárpátok lejtőin megtelepedett cipszer lenipar a Szepességben. Mindkettő tönkrement akkor, amikor az amerikai pamut indult el hódító útjára.

Textilipari célokra a Linum-féleségek közül csak kevés alkalmazható. Leggyakoribb a Linum usitatissimum, amelyiknek három félesége van Európában elterjedve, a varietas vulgare, a hosszú szárú, zártermésű len, az

alacsony szárú varietas crepitans, vagyis az ugró len és a varietas regale, vagyis a királylen. Amerikában a *Linum usitatissimum* mellett a *Lewisii* is megterem, de inkább olajra termelik.

A len minősége az éghajlattól függ. Meleg vidéken sok magot és kevés háncsot, hűvösebb vidéken kevés magot, de több és jobb háncsot ad. A rostlent nem hagyják beérni, mert közben a háncs elfásodik és ezzel a rostok minősége romlik. Beérés előtt, amikor a len szára sárgulni kezd, kitépik, kinyúvik a földből, vágni csak ritkábban szokták. A lenszalma csomókba kötve szárad. Közben a magok kényszeréresen mennek át, ezután buga-gerebenen megszabadítják a szalmát a magoktól.

A len háncsrostjait ezután fellazítják, áztatással. A lenszalmát nedves állapotban erjesztő baktériumok, vagy vegyszerek hatásának teszik ki. Van természetes és mesterséges áztatás. A természetes áztatás lehet harmat-áztatás, folyóvízi, vagy állóvízi.

A harmatáztatás pászitra teregetett lenszalmával megy, 3—5 hétig tart. Főleg magasabb hegységekben és tengerparton végezhető el. Tulajdonképen a leghosszabb ideig tart, de a legfinomabb minőséget adó módszer. Folyóvízi áztatáskor a lenszalmát tartályokba rakva süllyeszti vízbe. Főleg a belgiumi Courtrai mellett, a Lys folyóban érnek el jó eredményeket. 4—15 napig tart. Állóvízi áztatásra 2—4 hétig medencékben víz alá nyomják a lent, közben kellemetlen szag keletkezik az erjedéstől. A mesterséges áztatáshoz gyárakban gőzzel lazítják fel a lent és baktériumokkal oltják be, vagy pedig alkalmas vegyszerekkel oldják ki a rostokat összetartó ragasztóanyagokat. A mesterséges áztatás csak 2—3 napig, néha pár óráig tart. A vegyszerekkel feltárt len minősége gyengébb, mint a természetes áztatással készülté.

Áztatás után a bő vízzel kiöblített lent törik, amikor a fás részek pozdorjává törnek és tilolással kifésülhetők, a rövidebb szálakkal együtt. A hosszabb szálú tilolt len mellett tilolási kócot kapnak. A tilolt lent gerebeneken fésülik, eredmény a gerebenezett len és a kóc.

A több elemi szálból álló lenrostokat fehéríteni lehet, lúgos kifőzés után, klórmésszel. Teljes fehérítés esetén eredeti szilárdságából 10—25%-ot veszít. Szilárdsága igen nagy, közel kétszer akkora, mint a pamuté, a kopást is jobban bírja.

A gerebenezett len átlag 50 cm, néha 90 cm hosszú, a legkisebb szálhosszúság körülbelül 30 cm. Port, szennyező anyagokat sima külseje miatt kevésbé vesz fel, mint a pamut. Egy hektáron 23—48 mázsa lenkóro terem



meg, ennek körülbelül 20%-a a jó lenrost, vagyis 4—9 mázsa. Ára kilónként 2 pengő körül mozgott nyersen.

A fő termelő helye Oroszország volt, a belga, holland, ír és francia jóminőségű volt. A világ évi termelése 6—7 millió mázsa volt, ebből hazánkban 33—60 ezer mázsát termeltek.

Az olajra termelt len az erős elfásodás miatt csak különleges feldolgozással használható fel szálasanyagként. A szalmát rendszeren áztatás nélkül törik, a pozdorjától tisztított szalmát kazánokban lúgos kezeléssel feltárják, majd öblítés után gépeken feltépik. A kapott anyag a pamutra emlékeztető rövidebb szálakból áll, ezért a feltáró műveletet pamutosításnak, vagy kotonizálásnak nevezik. Többnyire kevert fonalakká dolgozzák fel.

A len melegvezető képessége kiváló, ezért nyári, hűs ruházatok készítésére alkalmas. Durva ponyvától a könnyű csipkéig mindenre alkalmas, a belőle készített fonalak finomsága szerint. Erős cérnák és zsinetek, fehérnemű és ágynemű, valamint asztalnemű készíthető belőle.

A csalánfélék közé tartozó *kender* (*Cannabis sativa*) hazája Közép-Azsia, fő termő helyei ma Oroszország, Olaszország, Hollandia, Franciaország és hazánk.

A növénynek külön meddővirágú (porzós) és termővirágú (magotadó) egyénei vannak, 2—3 méter magasra nő, szára vastag. A magvas példányok hancsa beérésig elfásodik és silányabb textilanyagot ad. A meddővirágúak elvirágzás után azonnal kiszedhetők és jóminőségű rostokat adnak. Feldolgozása a lenéhez hasonló, bár kivételesen áztatás nélkül különítik el belőle a rostokat.

Egy hektáron átlag 38—47 mázsa kóro terem, ebből feldolgozva 6—8 mázsa tilolt rost és 3—4 mázsa tilolási kóc keletkezett. Ára 1 pengő körül mozgott kilónként. Hazánkban évi 40—70.000 mázsa termett, ami a világtermelés 1—2%-a volt. Durvább cikkek, kötelek, zsinórok, ponyvák, vitorlavászon, durvább vászon és cérna készítésére alkalmas. A nedvességet igen jól bírja.

A legnagyobb mennyiségben felhasznált növényi szálasanyag a *pamut*. Már 5000 évvel ezelőtt szövedékeket készítettek belőle Indiában. Szanszkrit neve *kotu hindi* volt, valószínűleg ebből származik angol cotton és a francia coton neve. Indiából körülbelül 3000 évvel ezelőtt került Kínába és 700 évvel később Egyiptomba. *Marco Polo* 1271-es ázsiai utazásából pamutszövetet hozott magával Kínából. Amerikában *Kolumbus* idejében már ismerték a bennszülöttek. 1300 körül Florenc, Barcelona és Milánó indiai

pamuttal kereskedtek, Milánóból került át Németországba, ahol főleg Augsburg volt a pamutipar központja. 1390-ben *Fugger János* Graben faluban barchent-szövő volt. Hasonló nevű fia 1400 körül Augsburgba költözött és ott folytatta az ipart. Halálakor 3000 forintot hagyott fiaira és ez az összeg tekinthető a későbbi híres Fugger-ház alaptőkéjének. Az utódok minden lehetséges iparággal foglalkoztak már, de uralkodó maradt ezek között is a pamutipar. Szövőszékek ezrei dolgoztak napról-napra, míg olyan gazdagságra tettek szert, hogy *Fugger Jakab* hatalma teljében, 1523-ban azt írta az adóssága megfizetéséről megfelejtkezett *V. Károly* császárnak: „Köztudomású és a napnál világosabb, hogy felséged segítségem nélkül nem szerezhettem volna meg a császári koronát.“

1747-ben került az első pamutszállítmány Londonba. A XVIII. század közepéig a német és francia ipar még felette állott az angolnak, ennek fejlődését később a két országból odamenekült szakemberek is előmozdították. Ez idő óta a pamut sok nagy gazdasági átalakulásnak, sőt véres háborúnak volt az okozója.

Ma nedves, trópusi éghajlatú országokban termesztik. Amerika, India, Egyiptom és Szudán mellett újabban Oroszország is számottevő mennyiséget arat évről-évre.

A pamut a mályvafélék közé tartozó *Gossypium* fajták magszála, egyetlen elemi sejtéből áll. Hosszúsága és minősége a fajták és termelési helyek szerint változó, általában 10 és 45 mm közt mozog. A fontosabb pamutfajták a következők:

a) *Sea-Island-pamut* (*Gossypium barbadense* L.), szála puha, fényes, fehér, néha sárgás (egyiptomi mako). Nagy szálhosszúsága miatt becstülik.

b) *Perui* (*G. peruvianum* Cav.), a *barbadense* közeli rokona. Főleg Peru, Brazília, Haiti a hazája, terem Indiában és Egyiptomban is. Szálai rövidebbek.

c) *Upland-pamut* (*G. herbaceum* L.). Szálai rövidek. Ilyen az amerikai termés nagy része (Upland, Louisiana, Texas stb.).

d) *Indiai pamut* (*G. herbaceum* L.). A szál nem eléggé puha, rövid, de erős és fehér- vagy sárgásszínű.

e) *Fapamut* (*G. arboreum* L.). Míg a többi cserjealakú növény, ez 6 m-es fa. Termése kevés, szálai finomak, de rövidek.

A leszedett vattaszerű termést elválasztják a magoktól. A hosszabb szálak leszedése után némelyik pamutféleség magján egészen rövid szálak (línter) maradnak vissza, ezt rendszeren műselyemre vagy lőporra dolgozzák

fel. A legtisztább növényi szálanyag, majdnem teljesen tiszta cellulózból áll. A kevés idegen anyagot könnyű lúgos kifőzéssel eltávolítani.

A len, kender és pamut mellett kisebb-nagyobb mennyiségben, különböző szálanyagot is feldolgoznak. Ilyenek a juta, a ramié, a manila-kender, a kókusz, sőt, inséges időkben olyan anyagokat is felhasználnak, mint a múlt világháborúban a csalánt.

Az állati eredetű szálanyagok közül a *gyapjú* a legfontosabb. Feldolgozása már az ősidőkben ismeretes volt. Valószínűleg Kis-Azsia a hazája a finom gyapjút szolgáltató birka- és juh fajoknak. Innen kerültek Görögországba, majd Rómába. *Tacitus* írja, hogy *Julius Caesar* az Alpokon átkelve, Galliában és Germániában nagy juhnyájakat látott. Ezek valószínűleg durvább gyapjas állatok lehettek, mint a kitenyészített, finom gyapjút adó kisázsiai fajták. Lehetséges, hogy Rómából került a finomgyapjas birka Spanyolországba, bár valószínűbb, hogy a mórok telepítették be a VIII. században. Az ottani kedvező éghajlat alatt fejlődött ki azután a máig legfinomabb gyapjút termelő merinójuh. Gyapja olyan nagy becsben állott, hogy a juhok kivételét egy időben halálbüntetés terhe alatt tiltották. Később ezen enyhítettek. Így került *Frigyes Ágost* szász választó fejedelem abba a helyzetbe, hogy a XVIII. század 60-as és 70-es éveiben egész nyáj spanyol merinójuhot vásárolhatott. Pár évvel később Európa többi országaiban is meghonosodott. Részben tisztán, részben a hazai fajtákkal keresztezve tenyésztették tovább. Angliában az 1750 körül bevitt merinójuh tisztán nem volt tenyészhető, de az ottani skót *cheviot* fajtával keresztezve létrehozta a hosszú, erős, kissé göndörszőrű értékes *cross-bred* fajt.

A német gyapjútermelés 1860 körül volt a legnagyobb. 28 millió birka élt akkor az országban, az évi gyapjúhozam 34.000 tonna volt. Ettől kezdve évről-évre csökkent a számuk, 1914-re már 5 millióra hanyatlott s azóta is csökkent. Ezzel párhuzamosan esett a gyapjúhozam a többi európai országban is, mert a világpiacot uraló ausztráliai gyapjú mellett már nem volt olyan jövedelmező.

Ausztráliába 1793-ban Indiából került a birka. Merev, durva gyapja az ottani éghajlat alatt kifinomult. Kis idő múlva angliai, majd merinófajtákkal keresztezték. 1800-ban még csak 6000 birka élt ott, számuk 1925-re már 100 millió fölé emelkedett.

Az ugyancsak kedvező éghajlatú Argentínába és Uruguayba 1820-ban spanyol merinókat telepítettek. Számuk 1908-ban 90 millió volt, 1925-re 57 millióra csökkent. Dél-Afrikába 1788-ban spanyol merinókat telepítettek. Ez

a kísérlet nem sikerült ugyan, de 1812-ben százsz tenyészjuhokat sikerült meghonosítani. 1913-ban 35 millió, 1925-ben 31 millió birka élt ott. Ezek közül a telepítések közül legjobban az ausztráliai fejlődött, 1939-ben 142 millió volt a birkák száma.

A gyapjút tavasszal vagy ősszel nyírják, ezen az alapon különböztetünk meg tavaszi és őszi gyapjút. Az évenként egyszer nyírt az egynyiratú, a kétszer nyírt a kétnyiratú gyapjú. Az elsőízben nyírt állatok gyapja a legfinomabb, neve báránygyapjú. Kisebb értékű a tímár- vagy bőrgyapjú, amit a juhbőrök bőripari kikészítése közben, a mésztejjel fellazított bőrökről kaparnak le. Még silányabb minőségű a dögggyapjú, ami elhullott állatokról származik.

A nyírt gyapjú nagymennyiségű zsírt, izzadságsót, földet, takarmányhulladékot és bogácsdarabkákat tartalmaz. Ezeknek a szennyező anyagoknak a keveréke, a gyapjúzsír, összetapasztja a gyapjút, ilyen a zsírbannyírt gyapjú. A szennyezések csökkentésére nyírás előtt mossák vagy oldószerekkel tisztítják a gyapjút, ilyen az úsztatott, vagy hátonmosott gyapjú. A szennyes áru tiszta gyapjú tartalma rendszeren 15—35% közt mozog. A mosott gyapjút kártolással posztógyapjúra, a hosszabb szálúakat fésüléssel fésűsgyapjúra dolgozzák fel.

Az egy állatról lenyírható nyers gyapjú mennyisége változó. Posztógyapjas merinójuhok 2—3 kg, kosok 4—6 kg, fésűsgyapjas juhok 3—5 kg, kosok 6—10 kg-ot adnak. Átlagban egy állatra 4 kg-ot számíthatunk.

A finom gyapjú külseje erős pikkelyezettséget tüntet fel, ettől függ a kallózhatóság, vagy nemezelhetőség.

Hazánkban a közepes finomságú, zsírban nyírt gyapjú ára 1'60—1'70 pengő volt kilónként. Az évi termelés az 1925. évi 7 millió kilóról 1934-re 4'5 millióra csökkent. Ez a mennyiség a világermelésnek (kb. 1'8 milliárd kiló) 0'25%-a volt.

A gyapjún kívül fontosabb állati szőrök az *angora kecske szőre*, vagy *mohair* (moher) és a *teveszőr*.

Már használt, tiszta vagy félgyapjú szövedékekből használható gyapjút visszanyerni 1813-ban kísérelték meg Angliában. Kallózatlan anyagok kíméletes fellazításával sikerült *shoddy* néven 1845-ben 1.5—3 cm hosszúságú ó-gyapjút előállítani. Később már kallózott szövedékeket is feldolgoztak. Feltépve, rövidebb szálakhoz jutottak, ½—2 cm hosszúsággal, ami *mungo* néven lett ismeretes. Értéke kisebb, mint az előzőé. 1852-ben kallózatlan félgyapjú szövedékekből, a pamutot karbonizálással tönkretéve sikerült

gyapjút kivonni, ennek az *extrakt* és *alpakka* néven ismert ó-gyapjúnak az értéke a legkisebb.

A *selyem* a legnemesebb szálanyag, a selyemhernyó mirigyváladéka. A hernyó váladéka eleinte ragadós, majd a levegőn megkeményedik és két fibroinszálból áll, amit szericin burok foglal egybe fonallá. Ebből készíti a hernyó a gubót (kokon). A valódi selyem egyetlen, egybefüggő szálból áll, míg a vad-selymek hernyója a báb készítése közben többször szünetet tart és a báb ezért sok kisebb darabkából készül.

A valódi selymet készítő hernyó (*Bombyx móri*) hazája Kelet-Ázsia. 3000-ben Krisztus előtt a kínaiak már horgászsineget és hegedűhúrt készítettek selyemből. 2698-ban *Si-Lung-Shi* császárnő felfedezte a fonalak legombolyítását és a szövést. 552-ben két perzsa szerzetes üreges botban selyemhernyó petéket csempészett ki Kis-Ázsiából *Justiniánus* császárnak Bizáncba. Ezzel kezdődött Európában a selyemtenyésztés és azóta főleg a Földközi-tenger környékén terjedt el. Legnagyobb mennyiségben Kínában és Japánban termelik. Kiváló minőségű az olasz, francia és magyar selyem. Hazai gubótermelésünk 5—7000 mázsa körül mozgott évente és a világtermelésnek 0,11—0,15%-át tette ki.

A selyemhernyó tápláléka az eperfa levele. A fa 10—20 éves korában adja a legbővebb levélszüretet. 1000 darab 11 éves eperfa kell ahhoz, hogy leszedhető legyen róla 4—500 kg levél, amivel 14.000 hernyó etethető, hogy ezek gubójából 1,5—2 kg selyemhez lehessen jutni.

A gubókban levő bábokat szárítókemencékben előlik. Lemotolláláshoz a gubókat meleg vízben áztatják, ezzel a szericin ragasztóanyag felpuhul és a szálak elválnak egymástól. A vékony szálakból többet egyesítenek lemotolláláskor, majd meleg levegővel szárítva matringokká tekerceslik. Egy gubóban 3000—3700 méter hosszú szál van, de rendszeren csak 400—500 méter egybefüggő szál fejthető le róla. A többi, valamint az átrágott gubókat gépeken feltépve, rövidebb szálakká dolgozzák fel, megfelelő fellazítás, illetőleg áztatás és erjesztés után. Az így kapott rövidebb szálakból készül a florette, chappe és a bourette.

Eredeti állapotban a selyem tompafényű a külső szericinréteg miatt. Ezt a természetes nyersselymet (écru) meleg, szappanos áztatással hámtalanítva, hámtalanított (cuite), vagy félig hámtalanított (souple) fonalakhoz jutnak. Ezzel a fénye megnő, de súlyából 16—27%-ot veszít. Ennek a súlyvesztésnek pótlására szolgál a nehezítés, amit szervesen vegyületekkel (ónsók, foszforsavas és kovasavas sók), vagy szerves csersavakkal végeznek.

A növényi és állati eredetű, természetes szálás anyagok a növekvő lélekszámú lakosság és a nagyobb igények kielégítésére már régen nem voltak elégségesek. Éppen ezért már a régebbi korokban mesterségesen előállított szálás anyagokat is feldolgoztak. Elsősorban fémekből készült fonalak voltak kedveltek bizonyos díszítő munkákra, majd az üvegfonalak, különleges célokra. Ruházkodásra azonban kizárólag a természetes szálás anyagok voltak felhasználhatók, egészen a múlt évszázad végéig. Ekkor kezdődött egy olyan új irányzat, ami mostanáig, kereken 40 esztendő alatt, sikert sikerre halmozva elérte, hogy a ruházkodásban növekvő szerepe van azoknak az anyagoknak, amiket mesterségesen állítanak elő. Ennek az irányznak az első sikerei a műselymekhez fűződnek.

*Műselymek* azok a hosszú fonalak, amiket erre alkalmas oldott anyagokból állítunk elő. Az oldatot finom nyílásokon átsajtoltva, a kibuggyanó folyadéksugarat megszilárdítják az oldószer elpárologtatásával, vagy vízben oldott vegyszerek hatására. Külsőleg a műselymek hasonlítanak a természetes selyemhez, bár a legtöbbnek alapanyaga különbözik tőle.

A legelső műselyem *cellulóz-nitrátból* készült. Már előbb is próbálkoztak, más kiindulási anyagokkal, de sikertelenül. 1665-ben az angol *Hooke* Robert enyvszerű anyagból akart műszálat készíteni. 1734-ben a francia *Réaumur* kísérletei maradtak eredménytelenek. 120 évvel később a lausannei *Audemars* eperfaágak kergét nitrálta, a keletkező terméket éter-alkoholban oldotta és az így előállított oldatból acéltűkkel szálakat húzott. Az eljárás a gyakorlatban nem vált be. 1882-ben *Swan* és több angol kutató cellulóz-nitrátból fonalakat tudtak előállítani. Már a textilipari alkalmazásra is gondoltak. *Swan* 1885-ben ilyen fonalakkal készült kendőket mutatott be egy londoni kiállításon, sőt a fonalakat denitrálással átalakítva, a tűzveszélyességet is megszüntette. Az eljárás gyakorlati megvalósítása ezeknek a kezdeti próbálkozásoknak sikertelensége után a francia *Chardonnet* nevéhez fűződik.

Nitrocellulózt éter-alkoholban oldva, az oldatot szűk nyílásokon sajtolta át, kicsapó fűrdőbe. A finom szálakból többet egyesített fonalakká. Eljárását 1884-ben a francia Akadémián letétbe helyezte, majd ugyanabban az évben szabadalmaztatta. Felhasználására előbb Bázelen létesült egy gyár, majd 1891-ben Besançonban, 6 millió frank alaptőkével. A gyártás az éter-alkohol oldószer és a kész termék gyúlékonysága miatt veszélyes és költséges volt. Ezen később részben segítettek. A kész fonalakkal denitrálással

visszaalakították a már nem tűzveszélyes cellulózt. Ezzel az eljárással dolgozott a sárvári műselyemgyár is. Az eljárás javítása *Lehner* nevéhez fűződik, aki a még meg nem szilárdult szálát nyújtva, jobb minőséget tudott elérni. Ezt a *nyújtva-fonó* eljárást ma mindenütt alkalmazzák a minőség javítására.

Az időrendben második *rézoxid-ammóniák-műselyem* előállításával *Weston* próbálkozott 1882-ben, majd alapjait a francia *Despaissis* vetette meg és szabadalmaztatta 1890-ben. Az eljárás megvalósításában korai halála megakadályozta. Közben a német *Frémery* és *Urban* az eljárással jó fonalakat tudtak előállítani és 1897-ben csaknem szóról-szóra azonos német szabadalmat kaptak *Pauly* álnéven. A gyári termelés 1899-ben indult meg. 1900-ban a barmeni Bemberg cég kutatói, *Thiele* és *Lehner* a nitroműselyemre kidolgozott nyújtva-fonást alkalmazták a rézműselyemre és ezen az elven finomabb szálú, de erősebb műselymet tudtak előállítani. Az új műselyem, főleg olcsósága miatt, hamarosan felülmúlta a Chardonnet-félét.

A rézoxid-selyemmel egy időben jelent meg a harmadik féleség, a *viszkóz-műselyem*. Az angol *Cross*, *Bevan* és *Beadle* 1891-ben megfigyelték, hogy a *Mercer* szerint előállítható alkalicellulóz széndiszulfiddal híg alkáliákban oldható terméké alakul. Az oldatot sűrűn folyása miatt *viszkóznak* nevezték. 1898-ban *Stearn* ebből az oldatból savas fürdőben szálakat tudott kialakítani. Eljárása alapján az angol Coventryben és a német Sydowsauében gyár alakult. 1905-ben *Müller* és *Koppé* szulfáttartalmú kénsavas kicsapó fürdővel jobb eredményt értek el. 1910-ben *Hottenroth* és *Melzer*, majd később *Bronnert* tökéletesítették a kicsapó fürdőt. Mivel az új műselyem az eddiginél lényegesen olcsóbb volt, a növekvő szükséglet kielégítésére egyik gyár a másik után alakult. 1906-ban már 22 nagy gyár működött ezzel az eljárással Európában, Németországban 7, Franciaországban 6, Svájcban 4, Olaszországban 3 és Angliában 2.

A viszkóz műselyem a költségesebb és veszélyes Chardonnet-eljárást, amelyik 1912-ig még uralkodott a piacon, 1913-ban már túlszárnyalta, sőt hamarosan teljesen ki is szorította. A nitroműselyem-gyárak rendre mind viszkózra rendezkedtek be. Hamarosan a rézoxid-eljárást is felülmúlta.

Közben állandóan folytak olyan irányú kísérletek, hogy más anyagból tudjanak műselymet előállítani, nem csak cellulózból. *Millar* eljárása alapján zselatinnal dolgozott egy angol gyár. Terméke vandura-selyem néven került forgalomba, de hamarosan eltűnt, éppúgy, mint a *Todtenhaupt* által gyártott kazein-műselyem.

A negyedik műselyem *cellulóz-acetátból* készült. A cellulóz acetilezésével *Schützenberger* foglalkozott először, 1865-ben, majd 1879-ben *Franchimont* és *Girard*. Az első gyakorlati siker *Cross*, *Bevan* és *Briggs* nevéhez fűződik 1894-ben. 1898-ban már forgalomba hozták terméküket, de a kiindulási acetát rossz oldhatósága miatt az eljárás nem tudott gyökeret verni. Ez volt a hibája a későbbi *Weber*-, *Wohl*-, *Boesch*- és *Stahmer-é* eljárásoknak is. 1901-ben *Wagner* szabadalma is erre a sorsra jutott. 1900-ban *Lederer* már jobban oldható terméket tudott előállítani. A sydowsauei gyárban 1911-ig elhúzódnó nagybani kísérletek során elkészült az első, ipari méretű acetát-műselyem, de még mindig nem volt eléggé megfelelő minőségű.

Közben *Eichengrün* és *Becker* kísérletei hozták meg a sikert. 1902-ben még cellulóz-triacetáttal dolgoztak. Ennek oldószerei drágák és az egészségre veszélyesek voltak. Ebből az acetátból 1905-ben, *GuntrummaX* együtt, külön műveletben olyan terméket állítottak elő, ami kevesebb ecetsavat tartalmazott és acetonban is oldódott. A terméket Németországban *cetlit* néven hozták forgalomba.

Velük egy időben az amerikai *Mí*/esnek is sikerült az acetonban oldódó jobb terméket előállítani, mégpedig egy műveletben. A két termékből jó lakkot lehetett előállítani, ami repülőgépek vászonszárnyainak a bevonására volt megfelelő, nagy feszítőképessége miatt. Az ilyen cei/on-lakkot gyártó bázeli *Dreyfuss*-gyár a háború alatt az entente repülőgépiparának ellátására több gyárat alapított Franciaországban, Angliában és Amerikában. Főleg az angliai *Spondonban* levőbe fektettek sok pénzt. A háború végén megszűnt az értékesítési lehetőség, s hogy a gyárba fektetett tőke veszendőbe ne menjen, új alkalmazási teret kellett keresni. Újra a műselyemgyártás került előtérbe. Hosszas kísérletezés után, *Loewe* ötlete alapján, 1919-ben *Bouffé* megoldotta a meleg levegőáramban való szálképzést és így 1922-ben megjelenhetett a piacon az új műselyem. Nagy nehézségeket okozott a rossz festhetőség. Az addig ismert festékek és festési eljárások nem voltak alkalmazhatók az acetát-műselyemre. Sok sikertelen kísérletezés után 1920-ban a francia *René Clavel* leküzdötte ezt a nehézséget is és ma éppen az acetát-műselyem festhető a legszebb és legragyogóbb színekre.

Máig ez a négy műselyem tudott meggyökeresedni a piacokon. Újabbán a nitro-műselyem gyártása teljesen megszűnt. Az egyes eljárásokra eső mennyiség a következőképpen változott meg:



|                               |            |              |
|-------------------------------|------------|--------------|
|                               | 1909.      | 1935.        |
| <b>Nitrát-műselyem</b> .....  | <b>48%</b> | —            |
| <b>Réz-műselyem</b> .....     | <b>36%</b> | <b>40%</b>   |
| <b>Viszkóz-műselyem</b> ..... | <b>16%</b> | <b>87.5%</b> |
| <b>Acetát-műselyem</b> .....  | —          | <b>8.5%</b>  |

1939-ben a világ termelése 450.000 tonna volt. Ebből a német termelés 14%, a japán 20%, az amerikai 26%, az angol, olasz és francia 10—10%, a többi együtt 10% volt.

A hosszú fonalakból álló műselymeket újabban felülmúlták a rövidebb szálakból álló *műszálak*. Eredetük a műselyemiparral kapcsolatos. A műselyem hulladékát felvágva magában, vagy pamuttal keverve érdemes volt feldolgozni. Az első eljárások az angol *Mitchell* és a francia *Pellerin* nevéhez fűződnek 1908-ból, amit a francia *Girard* módszere követett 1912-ben. Eljárására gyár is alapult Párizsban. Az olcsó természetes szálak anyagok mellett érvényesülni abban az időben még nem tudott. A világháborús blokád Németország figyelmét ráterelte az új anyagra, amivel a hiányzó pamutot lehetett pótolni. 1917-ben a Vereinigte Glanzstoff-Fabriken Elberfeldben nagy mennyiségeket gyártott, havi 250.000 kilogramm körül. A háború utáni gazdasági elzárkózás és vahitainség további ösztönzéseként hatott. A csak nemes valutával megfizethető pamut pótlására alkalmas műszálak gyártása nagy lendületet vett. A világ évi termelése 1930-ban még csak 3300 tonna volt, azóta azonban jelentékenyen emelkedett:

|               |                |                |                       |
|---------------|----------------|----------------|-----------------------|
| <b>1935</b>   | <b>1936</b>    | <b>1937</b>    | <b>1938</b>           |
| <b>15.000</b> | <b>147.000</b> | <b>285.000</b> | <b>427.000 tonna.</b> |

A műszálak előállítására a viszkóz, rézoxid-ammoníák és az acetát eljárásokat alkalmazzák. A finomabb szálakat pamutként, vagy azzal keverten dolgozzák fel, az erősebb szálak a juta- és a szőnyegipar részére készülnek. Gyapjúval keverten dolgozhatók fel a göndörített és pikkelyes felületű műszálak. Fehérjével, vagy mesterséges, nitrogéntartalmú anyagokkal kevert alapanyagból készülnek a *gyapjúsított* (animalizált) műszálak, ezek a gyapjúhoz hasonlóan festhetők.

Ezek a műselymek és műszálak mind *cellulózból* készülnek. Legjobbak voltak a rövidszálú pamutból (linter) előállítottak, újabban fenyő-, sőt bükk-cellulózból is jó minőségben állíthatók elő. Az utóbbi években sikerült mű-

szálakat fehérjéből is készíteni. A Todtenhaupt-féle kazein-műszálat Hamburgban 1907-től 1909-ig gyártották, de az eljárás nem tudott gyökeret verni. A kérdést sikeresen az olasz *Ferrett* oldotta meg. Ammóniában oldott kazeint savval csap ki és a szálakat formaldehiddel szilárdítja meg. A *lanital* néven forgalomba kerülő szálás anyag gyapjúhoz hasonló sajátságú. A német *Mecheels* eljárása szerint halfehérjével kevert viszkózból lehet műszálakat előállítani. A termék animalizált műszálnak tekinthető.

Legújabban sikerült műszálakat szintetikus úton előállított műanyagokból készíteni. Gyári méretekben először az amerikaiak állítottak elő ilyen szintetikus műselymet és műszálat *nylon* néven. Alapanyaga a fehérjéhez hasonló felépítésű poly-amid, amit diaminokból és dikarbonsavakból állítanak elő, *Carothers* eljárása szerint. A kiindulási vegyületek a kőszénkátrányban levő benzolból, illetőleg fenolból állíthatók elő. A műanyag 200° feletti hőmérsékleten olvad és fonalakká sajtolható. Ezek a fonalak eredeti hosszuk 5—7-szeresére nyújthatók meg. Finomságban minden más műselymet felülmúlnak. Szilárdsága igen nagy és emellett rugalmas. A fényes, nedvességre és melegre nem kényes, jól festhető anyagot főleg női harisnyák készítésére alkalmazzák.

Egy másik ilyen szintetikus szálás anyag a német *igelit*, vagy *pé-cé*-műszál. Alapanyaga, a vinil-klorid, acetilénből állítható elő. A lágy és hajlékony szálak nem égnek, savakat és lúgokat bírnak, de hátrányuk, hogy 100° alatt már meglágyulnak és ezért nem vasalhatók, ezenkívül nem festhetők a megszokott módokon. Egyelőre szűrővásznakat és halászhálókat készítenek belőle.

A *nylon* és *igelit* nagy előnye a cellulózból készült műselymekkel és műszálakkal szemben, hogy nedvességre nem kényesek. Ez utóbbiak nedvesen hamarabb szakadnak, mint szárazon. A szintetikus műszálak nedvesen épp olyan erősek, mint szárazon, erősségben a legjobb természetes szálás anyagot, a selymet is felülmúlják. Megjelenésük egyelőre beláthatatlan fejlődési lehetőségeket nyit meg. Újabban jelent meg a piacokon az ugyancsak műanyagból készülő német *lasto* és az amerikai *vinylon* és *vin yarn*. Lehet, hogy a jövő ezeké a szintetikus szálás anyagoké lesz, főleg akkor, ha mai nagyobb árukat olcsóbbá lehet majd tenni, amire sok reményünk van.

A világ textiliparának ellátásában mostanáig a természetes szálásanyagoké a vezető szerep. 1930-ban a világ termelése a következő volt:

|                    | Mennyiség       |  | Érték           | Ar/kg   |
|--------------------|-----------------|--|-----------------|---------|
| Gyapjú .....       | 1,600.000 tonna |  | 12·6 milliárd P | 7·90 P  |
| Pamut .....        | 6,152.600 „     |  | 11·9 „ „        | 1·95 „  |
| Len .....          | 653.900 „       |  | 0·7 „ „         | 1·05 „  |
| Juta .....         | 1,000.000 „     |  | 0·56 „ „        | 0·60 „  |
| Valódi selyem .... | 48.000 „        |  | 2·24 „ „        | 47·56 „ |
| Műselyem .....     | 185.000 „       |  | 1·68 „ „        | 9·44 „  |
|                    |                 |  | <u>29·68</u>    |         |

A textilipari szálanyagok értéke tehát közel 30 milliárd pengő volt. Ebből a mennyiségből súlyban és értékben aránylag kevés esett még a műselyemekre, de azóta ezeknek a jelentősége is megnőtt. Mennyiségük növekedése kétségtelenül részben a kényszerhelyzetre vezethető vissza. De már szép sikereket mutatnak fel azok a törekvések, amelyekkel minőségüket javítani lehet, áraik pedig csökkenthetők. Kétségtelen, hogy ezen a téren további sikerek remélhetők. Ha pedig ezek a remények bevalnak, mennyiségük folyton emelkedni fog és bár ma talán távolinak látszik, de el fog következni egyszer az az idő, amikor a természetes szálanyagokat mennyiségben is felül fogja múlni, mint ahogy minőségben a szintetikus szál anyagok máris felülmúlták őket.

Hazánkban a szálanyagok beszerzése körüli nehézség már évekkel ezelőtt jelentkezett. Ennek következtében textiliparunk kénytelen volt növekvő mennyiségekben mesterséges szálanyagokat feldolgozni. Ez a kényszer valószínűleg hosszabb ideig megmarad, sőt még fokozódni fog. Elsőrendű érdekünk tehát, hogy a műszálak gyártása meginduljon. A szintetikus műszálak gyártására egyelőre nem gondolhatunk. Újabban viszont megvan a lehetőség arra, hogy a cellulóz-alapú műszálakat itthon állítsuk elő. Az ehhez szükséges cellulózt fenyőből, de újabban bükkből is elő lehet állítani, megfelelő feltárási műveletekkel. Az utóbbi években gondos kísérletezés folyt abban az irányban, hogy az Európában termő különböző növényekből lehessen műszál gyártására alkalmas cellulózt előállítani. Ezek a kísérletek szép eredményeket értek el. Bízhatunk abban, hogy talán hamarosan nemcsak fából, hanem más növényi anyagból is lehet majd megfelelő minőségű cellulózt előállítani. Állam és magánosok összefogva igyekeznek ezt a kérdést megoldani. Ennek alapján remélhető, hogy hamarosan megteremtődik hazánkban egy olyan iparág, ami textiliparunkat megfelelő minőségű hazai műselyemmel és műszálakkal fogja majd ellátni.

# TARTALOMJEGYZÉK

|  | Lap |
|--|-----|
| BEVEZETÉS. írta: CSÚRÖS ZOLTÁN .....                           | 9   |
| A MAI BIOLÓGIA VILÁGKÉPE. írta: GORKA SÁNDOR .....             | 13  |
| <i>Az élet térfoglalása és eredete</i> .....                   | 20  |
| <i>Az élet mibenléte és jellemző tulajdonságai</i> .           | 25  |
| <i>Az élet tűzhelye</i> .....                                  | 54  |
| <i>A szervezetek hatóanyagai</i> .....                         | 40  |
| <i>öröklés</i> .....   | 56  |
| <i>Az élet evolúciója</i> .....                                | 75  |
| TUDOMÁNY ÉS GYÓGYÍTÁS. írta: BÁRÓ KORÁNYI SÁNDOR .....         | 85  |
| A MAI SEBÉSZETKIALAKULÁSA. írta: MANNINGER VILMOS .....        | 123 |
| GYÓGYSZERES THERÁPIA. írta: VÁMOSSY ZOLTÁN .....               | 143 |
| A SUGÁRZÁSOK SZEREPE AZ ORVOSTUDOMÁNYBAN.<br>írta: KELEN BÉLA. |     |
| <i>ÁLTALÁNOS RÉSZ. Anyagi sugárzások</i> .....                 | 171 |
| <i>Elektromágneses sugárzások</i> .....                        | 175 |
| <i>RÉSZLETES RÉSZ. A) Gyógyítás anyagi sugárzással</i> .....   | 189 |
| <i>B) Gyógyítás elektromágneses hullámokkal</i> .....          | 191 |
| <i>A röntgensugarak szerepe az orvostudományban</i> .....      | 201 |
| <i>Röntgenterápia</i> .....                                    | 208 |
| <i>Gyógyítás rádióaktív gammasugarakkal</i> .....              | 214 |

## AZ ÉPÍTÉSZET. írta: KOTSIS IVÁN.

|   |     |
|---|-----|
| I. A városok építésének megjavítása .....                                       | 217 |
| II. Egységes lakótelepek építése .....  | 219 |
| III. A lakáskultúra felfokozása .....   | 220 |
| IV. A lakosság széles rétegei számára szükséges lakástípusok megteremtése ..... | 222 |
| V. Az alaprendezések fokozott idomulása a rendeltetéshez .....                  | 225 |
| VI. Új szerkezetek .....  | 226 |
| VII. A rendeltetés fokozott kielégítésének átformaló hatása a külsőre .....     | 228 |
| Vili. A belsőségek megoldása .....  | 231 |

KÉPES TÁBLÁK: I A városok beépítésének megjavítása. — II. Egységes lakótelepek létesítése. — III. A lakáskultúra felfokozása. — IVa. A polgári középosztály helyes bérlakástípusainak kialakulása. — IVb. A kiskeresetű néprétegek lakásainak megoldása — V. Az alapelrendezések fokozott idomulása a rendeltetéshez. — VI. Új szerkezetek ..... 224—225

VII. A rendeltetés fokozott kielégítésének átformaló hatása a külsőre. — VIII. Belsőségek megoldása ..... 232—233

## AZ ÉLELMEZÉS PROBLÉMÁI. írta: VÜK MIHÁLY.

Ősünk tápláléka. — Ételek elkészítése. — Hamisítások. — Táplálkozás. — Tápszerek ellenőrzése. — Vitaminok. — Válságok. — Hús. — Húsmérgezés. — Húskonzerv. — Fagyasztott hús. — Hússertés. — Vér. — Zsír. — Mesterséges zsírok. — Margarín. — Konzerválószerek. — Rövidhullámú sugarak. — Tejtermékek. — Műtejek. — Casein. — Lanital. — Uvioltej. — Tejmérgezők. — ömlesztett sajt. — Vaj-aróma. — Tejszínhab. — Tojás. — Vastartalom a tojásban. — Tojáskonzerv. — Tojás pótlószerek. — Tojás hab. — Búza. — Malomipar. — Liszt tárolása. — Papírzsákok. — Kenyér előregeése. — Liszt konzerválás — Fa-szóróliszt. — Kártevők irtása. — Rizs. — Szója. — Burgonya. — Száraz élesztő. — Paradicsom. — Must befőzése. — Must fogyasztása. — Borok fogyasztása. — Bor vasmenfesítése. — Kékderítés — Szárazjég. — Kevert jegelés. — Folyékony gyümölcs. — Pekti- nek. — Ételeink színe. — Mesterséges festés. — Ételeink szaga. — Harci gázok hatása élelmiszerekre. — Mezőgazdasági problémák. — Klíma és biológia ..... 235

## A MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYTERMESZTÉS. írta: SURANYI JÁNOS 279

## AZ ÁLLATTENYÉSZTÉS. SCHANDL JÓZSEF ..... 295

## A KÖZLEKEDÉS. írta: PATTANTYÚS A. DÉNES.

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Vízi közlekedés .....         | 323 |
| Vasúti közlekedés .....       | 327 |
| Közúti közlekedés .....       | 330 |
| Nagyvárosok közlekedése ..... | 333 |

## A LÉGI KÖZLEKEDÉS, írta: RACZ ELEMÉR

|   |     |
|---|-----|
| <i>A légi közlekedés kialakulása</i> .....      | 335 |
| <i>A légi közlekedés műszaki kérdései</i> ..... | 338 |
| <i>Gazdaságossági szempontok</i> .....          | 344 |

## A KOZMIKUS SUGÁRZÁS. írta: TANGL KAROLY ..... 349

## A FIZIKA EGYES FONTOSABB PROBLÉMÁI. írta: POGÁNY BÉLA ..... 367

## AZ IPAR FEJLŐDÉSE. írta: MISANGYI VILMOS.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Bevezetés</i> .....                            | 425 |
| <i>A műszaki anyagvizsgálat jelentősége</i> ..... | 426 |
| <i>Az iparok rövid áttekintése</i> .....          | 428 |
| <i>A vasipar</i> .....                            | 430 |
| <i>A fémipar</i> .....                            | 436 |
| <i>A szerszámgépek</i> .....                      | 447 |
| <i>A munkásjólétiintézmények</i> .....            | 457 |

## A KÉMIA ÉS A NYERSANYAGGAZDÁLKODÁS. írta: VARGA JÓZSEF.

|  |     |
|--|-----|
| <i>Harc a nyersanyagért. — A vegyipari feldolgozás szerepe. — A német vegyipar kialakulása</i> ..... | 453 |
|--|-----|

## ÉRC- ÉS FÉMFELDOLGOZÁS.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Vas és acél. — Silány ércék feldolgozása. — A könnyű fémek térhódítása</i> ..... | 459 |
|---|-----|

## A KÉMIA ÉS A PETRÓLEUMIPAR.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Korszerű motorhajtóanyagok. — A krakkgázak iparai. — Motorhajtóanyagok krakkgázakból. — Egyéb felhasználási lehetőségek. — Szénolajak gyártása</i> ..... | 469 |
|---|-----|

## A LEVEGŐ, MINT NYERSANYAGFORRÁS.

|   |     |
|---|-----|
| <i>A nitrogén értékesítése. — A „nemes” gázok</i> ..... | 475 |
|---|-----|

## A TENGER SZOLGÁLTATTA NYERSANYAGOK.

|  |     |
|--|-----|
| <i>A tengeri állatok. — A tenger növényei. — Ásványi sók a tengerben</i> ..... | 475 |
|--|-----|

## A HULLADÉKOK HASZNOSÍTÁSA.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Fémtartalmú hulladékok. — Gumi-, textil-, olaj- és bőrhulladékok. — Cellulóz mezőgazdasági hulladékokból. — Az élelmiszerek hulladéakai. — A vágóhidak hulladéakai. — Szennyvizek értékesítése</i> ..... | 483 |
|---|-----|

## MŰANYAGOK.

|  |     |
|--|-----|
| <i>Műgyanták. — Vinilműanyagok. — A cellulóz iparai. — A cellulóz előállítás. — Műselyem. mű pamut, műgyapjú. — Műgumi</i> ..... | 494 |
|--|-----|

## KORSZERŰ NYERSANYAGGAZDÁLKODÁS.

*Világverseny a kémia terén* ..... 507

*KÉPES TÁBLÁK: I. Magyar aluminiumkohó. — Ajkai Kryptongyár. — II. Krakk telep redesztillációstornya. — Korszerű magyar ásványolajfinomító. — III. Magyar ammóniagyár. — Magyar salétromsavgyár. — IV. Magyarországi szennyvíziszap-gázfejlesztőberendezés* ..... 472—473

*V—VI. Műanyagtárgyak. — VII. Műselyemszálak húzása. — VIII. Műselyem fonása* ..... 504—505

AZ ANORGANIKUS KÉMIA MAI ÁLLÁSA. írta: GRÓH GYULA ..... 511

RUHÁZKODÁSUNK. írta: CSÜRÖS ZOLTÁN ..... 553