

# 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 nyersanyagjavak 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 sokszorosán 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 szóba-jöhető 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 azáltal, 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 előfordulású 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 vasércek 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 megömlasztett, folyékony vassá kohósítani az érceket, mert a vaskészítő tűzhelyekben, majd kohókban nem tudott olyan hőmérsékletet megvalósítani, amely a vas megömlasztéséhez 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 primerterméke, 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 ömlesztetni. 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 mágneseekkel 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-kemencékbe, 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 hatásokkal. 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 ércmeny-nyiség 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 legújabban 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 féméinek 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.

Hasonlóképen 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 ötvözet 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 fémsó-szennyezések talaj- és termés javító hatása összességében még a tudomány előtt sem ismeretes, egyes fémsók 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 örölt salakja, réztartalmú mészkövek lisztje, rézércek flotációs maradéka kitűnő talajjavítók. Ezeknek a megfigyeléseknek alapján a fémsóhiány 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 „magal“-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 elektrolyzishoz.

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 korróziósnak 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 távvezetékhalózatot 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  $630-650\text{ }^\circ\text{C}$  között olvad, vízmentes kloridjának  $711\text{ }^\circ$  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,  $700\text{ }^\circ$ -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.

\* Újabb 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 benzén-párlat, 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 járhatson 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 gázakat* 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 előállítására végett a krakkgáz megfelelő párlatát dúsítják, majd esetleg katalizátor jelenlétében adott hőmérsékletű és töménységű kénsavban nyeletik el 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 feregölőgáz is. A glikol vagy etilénglikol Amerikában, téli időben vízzel keverve, nagy mennyiségben használatos autómotor-hűtőfolyadék-nak, mert fagyási hőmérséklete még a glicerinnél is mélyebb. De készíté-nek a glikolból robbanószert is, mert a salétromsav segítségével a nitroglice-rinnel 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 szin-tézisek 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 villanyos 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 vegyitermékek-ké 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 etilénnél 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 olefintartal-mának, elsősorban propilén- és butilénmennyiségének függvényeképen 1 m<sup>3</sup> krakkgázból 0'5—0'67 kg polimerbenzin keletkezik. Ennek a benzinnek igen nagy, 80—82 az oktánszáma és ezért (kisebb oktánszámú) benzinek fel-javítására használják. Ugyanennek az eljárásnak telített szénhidrogéngáz, a bután is nyersanyaga lehet, de csak akkor, ha előzőleg olefin szénhidro-génekké bontjuk el. 60—70 atm. nyomás mellett 540—620 C°-nál a bután-ból közel 90%-os hasznosítással állíthatók elő benzinné polimerizálható, telí-tetlen szénhidrogének.

Egyes üzemekben a krakkbenzin gőznyomását állandósító készülék (sta-bilizátor) gázait úgy hűtik, hogy a különböző butilének és butánok csepp-folyós 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.

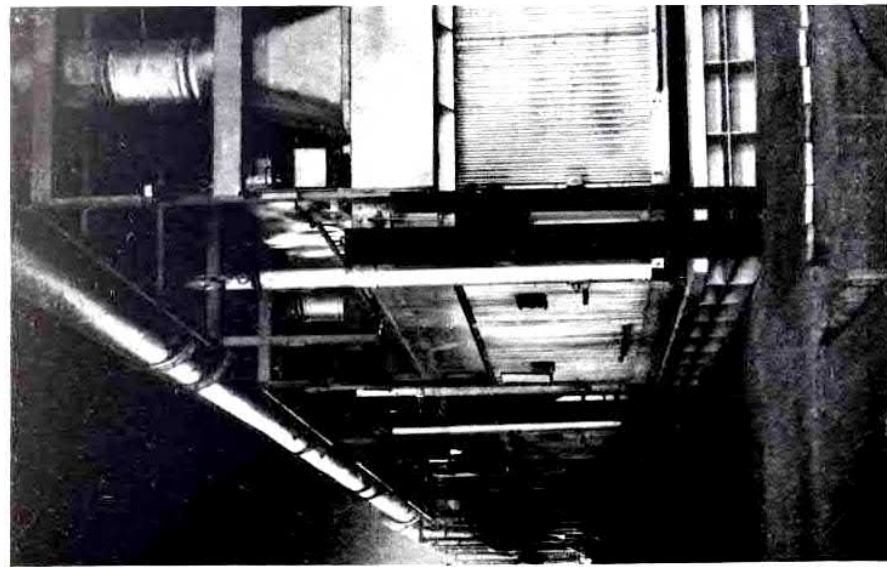
### *Egyéb felhasználási lehetőségek.*

Alumíniumkloriddal *mesterséges gyanták* is készíthetők a krakkbenzin szénhidrogénjéből. Ezek a gyanták értékes alkotórészei a nagyon gyorsan száradó, vízátthatlan, savaknak, sőt lúgoknak is ellenálló firniszeknek.

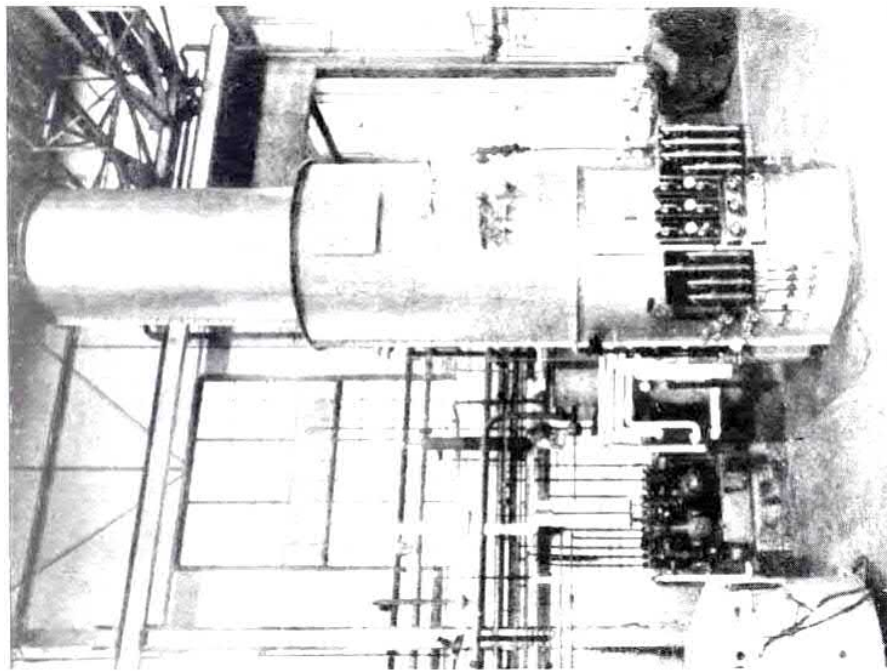
A nyerspetróleum gázolajpárlatából 6—7%-os hatásfokkal *butadiént* is készíthetünk, ha az olajat 800—950°-nyi hőmérsékleten, légritkítás mellett (175 mm, vagy ennél is kisebb nyomáson) hevítjük. A mesterséges kaucsukgyártás nyersanyaga (butadién) mellett a vákuumos elbontással nagymennyiségű olefin-szénhidrogén 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.

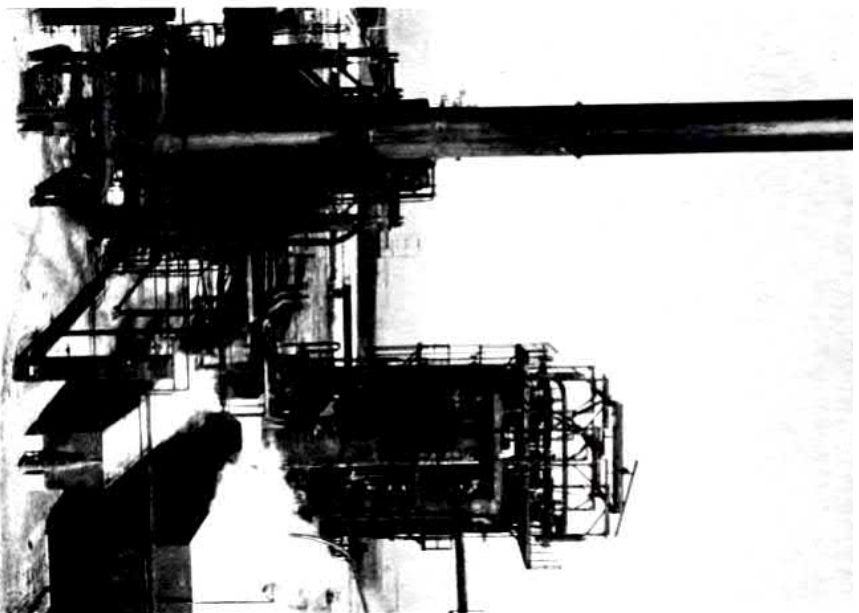
Értékes alkotórésze a *propán* és a *bután* is a krakkgáznak és a földgáznak. Ezt a két szénhidrogént már kis nyomással lehet folyósítani és acél-



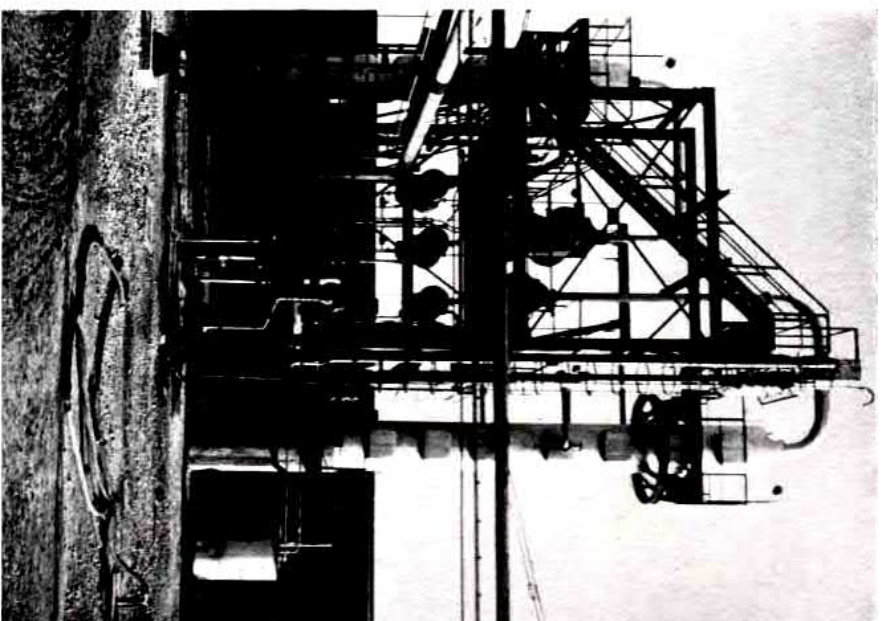
Magyar alumíniumkohó.



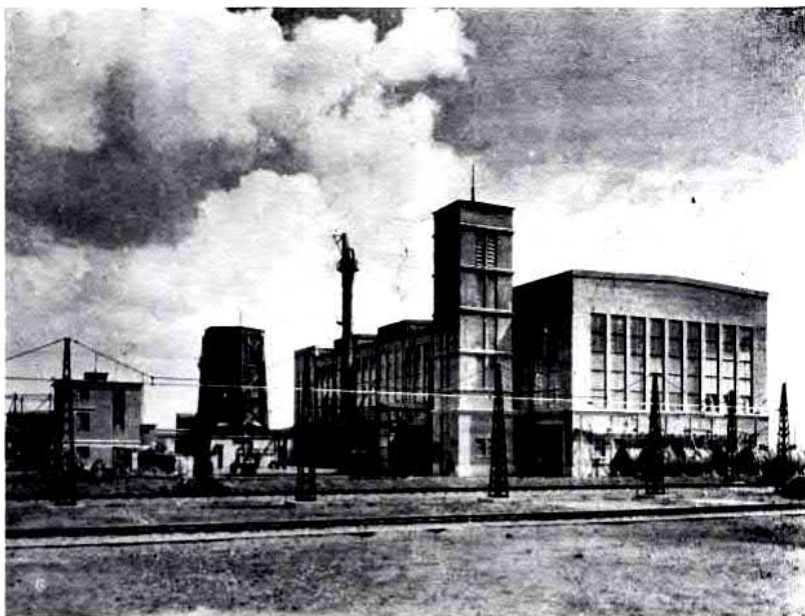
Ajkon Kétyprongvár.



Krakledegi potesztilloacs tornyja.



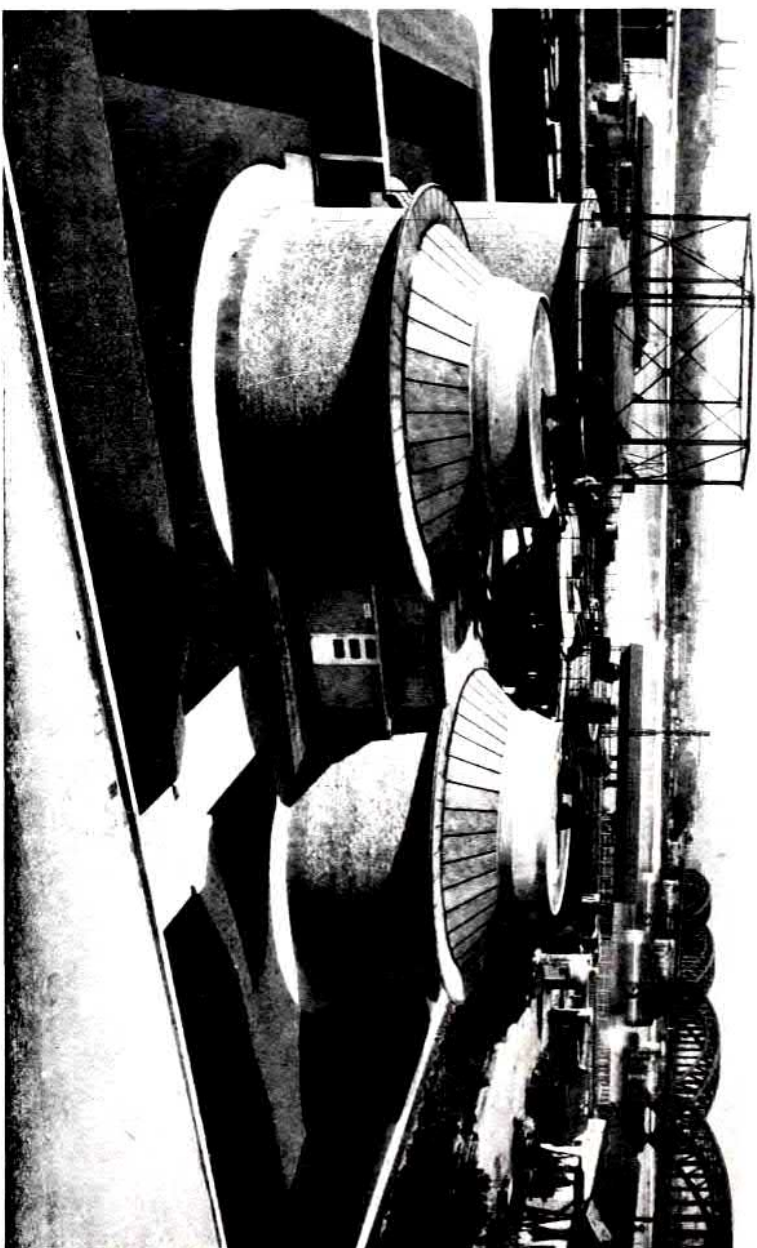
Korszeti nagyvar asanyolajmotorja (Kraakledegi).



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  $m^8$  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 kocsz, 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 öröndetes 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* megkötetni. 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 többit 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 tízezredrészére 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. Legújában 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 gépzsírnak használhatták.

*Halenyvet* a halak fejréseiből és halbőrhulladékból állítanak elő gőzőléssel. 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-utánzatok 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 (fürtfogú 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 törekszenek, 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 tartalmazzak 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 tenyésző 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 *óntalanítását* elsők az Egyesült Államok Oldották és szervezték meg, a rongy- és papírhulladékot meg angol gyárak használták fel először nyersanyagnak. 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 ónt egyedül a fogkrém-tubusok anyagában használnak el.) *Egyes hulladékokat fegyencekkel* osztályoztat a német állam. Az államvasutak a kasseli fegyház számára különleges gépeket szállított, amelyekkel elhasznált villanylámpák szálanyagát szedik ki a fegyencek, továbbá öreg, elhasznált kábeleket bontanak szét. Négy hónap alatt 200.000 kg kábelt bontottak szét és ebből 61.000 kg óntartalmú 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 elszállíttatja 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 hulladékáruból 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 előfordulása, 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 össz fogyasztásnak 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 nemezpapírt, 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 fedezendő, 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 valószínű, 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 szüléset használja orvosszerű. 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 évezredes múltra tekinthet vissza. Ismeretes, hogy a fekália rossz szagú és zsírt is tartalmaz, hiszen a zsírtartalom egyik főoka 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 elsőkben 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 folyadékréteg marad vissza, a nagyobb fajsúlyú gyanta és víz. Utóbbit 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 színezhettek. 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 („présor“) 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, szájpaddások, 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 hulladékuk 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, gumyszerű 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 maharadzák 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, kalapmervítő-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 ipari.*

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* szénszálas 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 szenesítette 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 régibb 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 éshemicellulózsnak 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

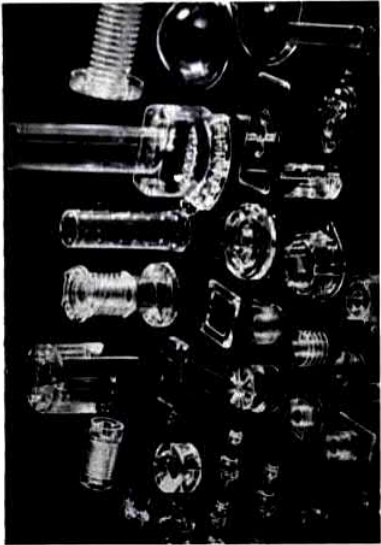
alkaliás. levegőtől mentesített meleg vízben. A szál nyújtása következtében a természetes selyemszálnál vékonyabb, finomabb fonalak keletkeznek.

Ezidőszerint a viszkózusanyag 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 és 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 viszkózusanyag 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 kőoldat, a réz és a viszkózusanyag közös jellemzője, hogy akármilyen közbelső 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 *acetátusanyag* (más néven acetilcellulóz, cellulóz-acetát) szálaiból fonhatjuk. Ez a szál a többtől (rézselyem, kőoldat-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).

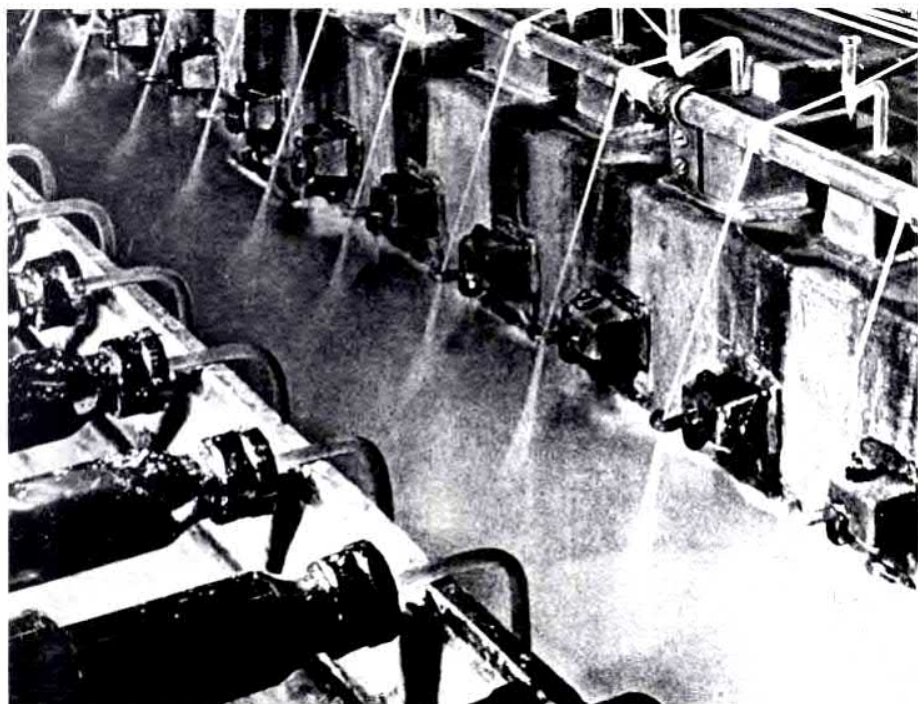


Plexiglas tárgyak (metakrilisav).



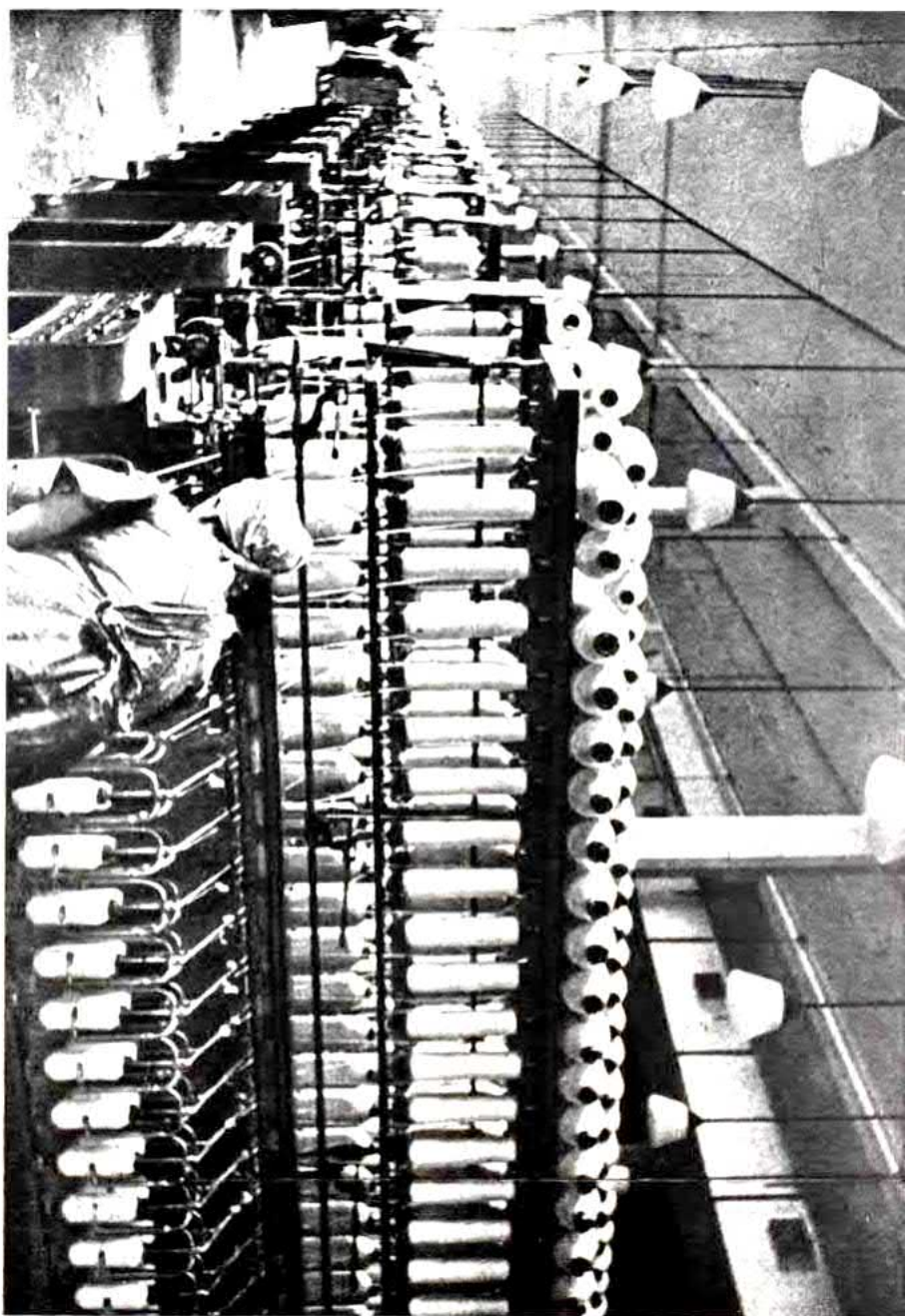
Rézszert fa (lignofol) fenoplast gyantával átítatva.





Műselyomszálak húzása.

Wool spinning process



sebb ecetsavat tartalmazó termékeket. A gyártás primerterméknek triacetátot állít elő 'pamutcellulóz'ból 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 nagyrészt 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 acetilcellulózártalmával. 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 krakkgázok etilénjéből, amely bizonyos területeken (benzolálló műszaki cikkek gyártása) ugyancsak jól használható.

## A KORSZERŰ NYERSANYAGGAZDÁLKODÁS.

A korszerű és okszerű nyersanyaggazdálkodás 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 hűtőköszülékekkel 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 vállalatát, 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 készletileményességre. 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 eszközt nyer 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.