

AZ
ÉLET TUDOMÁNYA

ÍRTA
HUZELLA TIVADAR

59 KÉPPEL



FRANKLIN-TÁRSULAT BUDAPEST

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

ELŐSZÓ.

Az élet tudománya, a biológia iránt mindinkább növekvő érdeklődés nyilvánul meg. A kísérleti biológia rohamos fejlődése, egymást érő nagy, váratlan felfedezései általános meglepetést keltenek. A biológiából leszűrődő gondolatok és felfogások forradalmi erővel törik át az anyagelvűségre alapított természettudományos gondolkodás korlátait: kilátást, érvényesülést keresnek a szellemi és gazdasági élet minden terén.

A biológiai gondolkodás és életismeret uralomrajutása hivatott az ideális világnézetet a természettudományba és a korszellembe beoltani, a tudományos gondolkodás és a vallásos hit között emelt ellentétet kiküszöbölni.

Az élettudomány már a többi tudománnyal, a hittel és a bölcseléttel fennálló szoros kapcsolatai révén is számot tart a művelt közönség érdeklődésére. A biológiai műveltség az általános műveltség korszerű követelménye. Ezenfelül a biológia gyakorlati alkalmazásának területe is folyton bővül. Elsősorban a gyógyító orvostudományban értékesíthetjük megismeréseit. De a gazdasági életben a többtermelés megvalósításában is érezhető **éltető** hatása.

Könyvem megírásakor e nézőpontok figyelembevételével igyekeztem olvasóközönségem különböző szellemi és gyakorlati felkészültségét tekintetbe venni. Céloom az volt, hogy az élettudomány életbevágó fontosságát kidomborítsam és érdeklődést, kedvet ébresszek iránta.

Ha nem is sikerült talán a nagyközönségnek szánt művemben orvosi mivoltomat teljesen megtagadnom, jogosulttá teszi ezt az a tény, hogy az élettudomány fejlő-

désének éppen az orvostudomány szükségletei voltak legfőbb indítékai. A biológiai tudományok nagyrészt az orvostudomány körében alakultak ki és az általános élettudomány úttörőinek, kimagasló egyéniségeinek túlnyomó többsége orvos volt. Egyébként is az élettudomány, amely a részletkutatás új megismeréseit veti felszínre és rendszere még nem alakult ki teljesen, mint minden fejlődésben lévő tudomány, vitás kérdéseiben tág teret enged a szubjektív megítélésnek. Az ilyen vitatott kérdéseket nem kerülhettem el, állást foglaltam bennük anélkül, hogy egyéni felfogásom kizárólagos jogosultságát állítanám.

Legfőbb vágyam, hogy könyvemmel olvasóimat önálló gondolkodásra indítsam. Sikerüljön bennük a gondolat felszabadulásának és a tudományos alkotásnak lelkes örömét átéreztetnem, amelynek megrázó, művészi élménye áhítattal töltött el, midőn olykor az élet, eddig rejtett, egyes titkai kinyilatkoztatásként először előttem feltárultak.

Alsógöd, 1936 őszén.

H. T.

BEVEZETÉS.

Az élettudomány fogalma és tárgyköre.

A biológia vagy élettudomány a különböző élőlényekkel foglalkozó természettudományoknak az élet jelenségeire vonatkozó ismereteiből meríti anyagát. Egybeveti, összehasonlítja, rendszerezi és értelmezi az élőlényekre vonatkozó növényteni, állattani és embertani ismereteket, hogy az élet változatos és különleges jelenségeiből általános következtetéseket és törvényszerűségeket vonjon le. A különböző élőlényekkel vagy az élet jelenségek egyes elkülönített rész jelenségeivel foglalkozó tudományágak között egységes, szerves kapcsolatot létesít. Nemcsak összegezése az élőlényekkel foglalkozó szaktudományok ismereteinek, nemcsak központi gyűjtő tudománya az élőlények megismerésének, hanem egységes szervezete is; a biológiai szaktudományok részletkutatásának eredményeit felveszi magába, az élet fogalmára vonatkoztatva áthasonlítja, az idők folyamán kiküszöböli magából az ellentmondó adatokat, a megdöntött tételeket és a túlhaladott felfogásokat. Az élettudomány szerves szintézisében új fogalmak keletkeznek, amelyek az egyes szaktudományok elkülönültségében nem alakulnak ki.

Az elemző részletkutatás szakaszerűségében a növénytan és az állattan különválnak egymástól. Nem vesznek tudomást egymás eredményeiről és tárgyak szerint a növények, állatok vagy véglények kisebb csoportjainak tanulmányozására szorítkozó résztudományokra különülnek el.

Más nézőpontból az élőlények alakí, szervezeti sajátosságait kutató morfológiára és a működés fiziológiájára tagolódo tudományok szigetelődtek el külön a növénytan és külön az állattan és az embertan körében, ami az alaknak és működésnek az élő szervezetben elválaszthatatlan egységét bontja meg mesterségesen.

Az élet jelenségeket a mechanizmusnak az anyagelvélségre alapított tana a fizika és kémia alapján kimerítően értelmezhetőeknek véli. A vitalizmus ezzel szemben az élet sajátos erőit tételezi fel. Ezen értelmezési elvek különbözősége szerint is elkülönítik az élet jelenségeket kíséő anyagi folyamatok vizsgálatára szorítókozó tudományszakokat, amelyek az élet anyagiatlan tulajdonságainak és sajátos tüneményeinek elhanyagolásával az élő szervezetet csak a fizikai-kémiai törvényszerűségek rendjében, az okság logikai elve alapján vizsgálják.

A tudományos megismerés módszere szerint az élet-tudomány leíró, összehasonlító és kísérleti ágai különülnek el egymástól és merülnek el a szétágázódo részletlek elemző kutatásába.

Amennyire fontos a tudományszakok tagozódoottságában az élet jelenségek részleteinek elmélyédo megismerése, magára hagyva, a tudományos felfogás egyódoalúságával és a tudomány egységének felbomlásával jár. A részletlek az egész nélkül sohasem ismerhetőek meg, amint azt már Hippokrates tanította. «Semmit sem érthetünk meg, ha csak elvontan, természetes kapcsolataiból elkülönítve tárgyaljuk». (Taine.)

Az élet jelenségekre vonatkozó elemző részletkutatás adatainak tömege rendszerezésre szorul, hogy egységes értelmet kapjon. A biológia szintézisében a részletkutatás különböző nézőpontjainak és különböző módszerekkel nyert eredményeinek egybevetéséből alakulnak ki fogalmaink az élet mibenlétéről.

Az élettudomány tárgya az élet, alapeszméje az élőlény sajátossága, lényegbeli különbsége az élettelen anyagoktól, az élő szervezetnek a gépezettől. Ez alapeszméje révén különbözik a biológia az anatómiától, amely a halott szervezet alakját és szerkezetét csak statikai moz-

dulatlanságában bontja elemeire. Ezért különbözik a fiziológiától, amely az élő szervezet működésének csak fizikai-kémiai vonatkozásait és mechanizmusát okozati összefüggésben vizsgálj az élet nem anyagi természetű jelenségeitől elvonatkoztatva. A biológia szembesíti a szervezet szerkezetére és a működés mechanizmusára vonatkozó anatómiai és fiziológiai ismereteket. Kutatja vonatkozásait, vizsgálja a szervezet részei és egésze között levő összefüggéseket, még pedig az egyes élőlényeknek egymás között, valamint élő és élettelen környezetükkel fennálló vonatkozásaikban.

A biológia a vonatkozások tudománya. A vonatkozásokat a gondolkodás hozza létre egybevetés és megkülönböztetés útján.

A botanikus, a zoológus, az antropológus — akár szakmabeli morfológus, akár fiziológus — csak akkor nevezhető biológusnak, ha különleges problémáit és eredményeit az élet általános problémáival és az élettudomány általános ismereteivel hozza kapcsolatba. A biológiára jellemző, hogy problémáit a megismerések egybevetése útján az ismeretlen, a tudományosan megismerhetetlen határáig követi. A különböző nézőpontokból nyert megismerések összefüggéseit, ahol a tapasztalás, megfigyelés és a kísérlet tényeinek logikai sorozatában hézagok mutatkoznak, ideiglenesen feltevésekkel — hipotézisekkel és elméletekkel — pótoljuk, amelyek a tudományos törvény rangjára emelkednek, ha a tények ellentmondás és kivétel nélkül igazolják elgondolásaikat.

A biológia magasabb nézőpontjából egybeolvadnak az egyes tudományszakok, amelyek sajátos tárgyuk és módszereik alapján elkülönültek. Az anatómia és fiziológia, a fejlődéstan, a származéstan, az örökléstan, a sejttan és a szövettan nézőpontjai és módszerei a biológia keretében, az élet általános problémáinak vizsgálatában együttesen érvényesülnek.

A biológia középhelyet foglal el az anyag tudománya, a fizika, kémia és a lélektan között. A biológiai szintézis a növényi és az állati élet jelenségeinek egybevetésével, az élő és az élettelen megkülönböztetésével az

élőlények egymás között való vonatkozásaiban nemcsak a hasonlóságot és általánosságot, de a különbséget és sajátosságot is keresi. Felfedi ekként az élő szervezet és az élettelen szerkezet, a növényi és állati élet hasonlóságait és különbségeit és az élőlények között levő faji és egyéni különbségeket.

Egyes tudományok a növénytan vagy az állattan szűkebb keretében ki sem bontakozhattak és csak a biológiai életszemlélet általánosságában és sokoldalúságában mint sajátosan biológiai tudományok alakulhattak ki. Ilyenek például a származástan és az örökléstan, amelyek a szaporodás, a sejt és a szervezet vonatkozásainak, az alkalmazkodásnak általános biológiai problémáit ölelik fel a növényi és állati élet jelenségeinek teljes egybevetésével.

A biológia az élettelen anyag és az élőlények ismereteinek fokozatos szintézise útján bölcséleti magaslatra jut. A biológiát ezért az élő természet filozófiájának is nevezték. A filozófia a biológiát teljesen áthatja, szervesen benne van, ám ha felszabadul tudományos biológiai megkötöttségéből, a természetfilozófiai spekulációk ingoványos talaján csapong. A biológia a természettudományok összességéből szűri le az élet fogalmára vonatkoztatott ismereteket és egybevetésük útján a tudományos módszerekkel kimerítően megismert jelenségek végső okainak kutatását közvetlenül a metafizikának utalja át.

A biológus egyéni, személyes minősültségéhez tartozik, azaz biológiai gondolkozásának és kutatásainak alapfeltétele, hogy szaktudásán felül filozófus is legyen. Azt mondhatnók, hogy a biológus az élettudomány szakismereteivel bíró filozófus. Nemcsak a megismerés tárgyilagos adatait dolgozza fel és fejezi ki a tudomány személytelen formájában, hanem egyéniségében át is érzi, át is éli a tudományos alkotás élményeit és vajúdását.



Vesalius.



Aristoteles.



Malpighi.



Leeuwenhoek.



Cuvier.



Schwann.



Hutton.



Darwin.

AZ ÉLETTUDOMÁNY KIALAKULÁSA.

Az élet tudománya mai egységében az élet mibenlétére vonatkozó tárgyilagos ismereteknek rendkívül összetett, elágazódó rendszere. A biológia elnevezést Lamarck 1801-ben és Treviranus 1802-ben használta először az étellel vonatkozásban álló ismeretek összességének megjelölésére. Aristoteles, akit a biológia alapítójának tekintünk és a biológia atyjának nevezünk, ugyan már több mint kétezer év előtt összegyűjtötte és egyesítette korának az élőlényekre vonatkozó ismereteit az egész világegyetemet felölelő egységes rendszerben, de e rendszer egysége az idők folyamán a természettudomány önálló rész tudományaira bomlott, csak a legújabb kor átfogó szellemi irányzatának hatása alatt született újjá. A korszerű biológia egysége akként jön létre, hogy egyes rész tudományainak sajátos problémáit az élet általános problémáira, az élet fogalmára vonatkoztatjuk. Ez a magasabbrendű értelmezési elv a biológia különböző értelmezési elvekkel bíró rész tudományainak szintéziséből adódik. A biológia egységében új, sajátosan biológiai problémák is merültek fel, amelyek nem növénytani vagy állattani, vagy embertani problémák, hanem mindezen tudományok közös, általános biológiai problémái és csak az élet egységében, a szerkezet és a működés közös nézőpontjaiból foghatók fel. Ilyenek az individualitás, a származás, az öröklés, a szaporodás, a növekedés, a kialakulás, a szerveződés problémái, amelyek az anyagi jelenségek mechanikai törvényszerűségeinek ok-sági logikáját meghaladják és csak sajátos biológiai törvények alapján értelmezhetők.

A biológia napjainkban rohamosan fejlődik új gondolatok és új módszerek nyomán újabb és újabb irányokban. A biológia rendszerében a természettudományok és a szellemi tudományok értelmi kötelékei alakulnak ki, amelyek az élettudomány, a lélektan és a társadalomtudomány problémáinak összefüggéseiben általános problémákká, világnézetté mélyülnek el.

Hogy a biológiának értelmi vonatkozásban oly összetett és bonyolult szervezetét megismerhessük, rendszerében a biológiai megismerés, gondolkozás és törvényhozás oly szövevényes útjait követhessük, az élet tudományát szerves kialakulásában kell tanulmányoznunk. A biológia alapvető problémáinak kialakulása az emberi értelem történetének legragyogóbb fejezeteit tárja elénk, mert az élet mibenlétének kutatása a legnagyobb elméket mindenkor a gondolkodás legmagasabb szintjén foglalkoztatta és az igazságért folytatott küzdelmükben a lelkesedés, önmegtágadás és áldozatkészség hőstetteire és vértanúságára ragadta őket. A korszerű biológiában ma már megdőlt felfogások újból megelevenednek előttünk, ha a letűnt korok történelmi távlatában egykori szellemi környezetükbe helyezzük vissza azokat. Megdőlt tételek tévedései nyomán irányító eszmék kibontakozását és megvalósulását látjuk. A korszellem felfogásai, a hit és a tudás küzdelmének szenvedélyei híven tükröződnek a tudomány történetében, nemkülönben az emberi vágyak és szenvedélyek amelyek a tudományos felfedezések indítékai és megszabják a tudomány fejlődésének irányait 4

A biológia történetében különösen a materializmus és az idealizmus világnézeti küzdelme domborodik ki, ezek a böleseleti irányok éreztetik hatásukat. A biológiai megismerés legfőbb indítékát kétségtelenül az orvostudomány gyakorlati szükségleteiben találjuk. Az emberi élet megismerésének, a betegség gyógyításának, a szenvedés csökkentésének vágya sarkalta, az emberszeretet hevítette az orvosokat, hogy az élet általános problémáit kutassák. A növénytan keletkezésében a növényi gyógyszerek megtalálása volt az indíték. Az anatómia és élettan leginkább az orvostudomány keretében alakultak ki, hogy megismer-

jék az emberi szervezetet ép és kóros állapotában. A vég-lények tana, a baktériumok megismerése, a betegségek okainak az emberszeretet által sugalmazott kutatása köz-ben fejlődtek ki. A közegészségügy, az ember életmódjá-nak szabályai Semmelweis, Pasteur, Lister, Koch és mások felfedezéseinek köszönik létüket és nagy jelentőségüket a emberiség életében a fertőző betegségek elnyomása, a halandóság csökkentése, az átlagos életkor tekintélyes meg-hosszabbítása által.

A biológia egységes rendszerének kialakulásában is az orvostudomány játszik nagy szerepet, amidőn az emberi szervezet egészséges és beteg állapotában, testi-, lelki- és biofizikai egységében megismerni igyekszik. A biológia a természettudományok ismereteinek nagy tömegéből ki- vonja, kiválogatja, értékesíti és rendszerébe foglalja mind- azt, ami a szervezet megismerésével és gyógyításával vonatkozásban áll.

Az élettudomány kezdetei ismeretlen korok homályából és az ókori görög természetbölcseletek elméleti és az orvos- tudomány tapasztalati tanainak kölcsönhatásában bonta- koznak ki. Addig babonás hiedelmek, vallásos és költői el- képzelések fűződtek az élet fogalmához, amely a halál el- lentétében domborodott ki. A védák szerint a mozgás volt az élet jellegzetes sajátossága, mindent ami mozog, élőnek tekintettek. Az élet és a halál szellemeiben hittek. Az ioniai természetfilozófusok az élet jelenségeit kizárólag a szervezet anyagi tulajdonságaira vezették vissza. Részben ők voltak az anyagelvűség világnézetének megalapozói.

Demokritos Kr. e. a VI. és V. század fordulóján az atóliai Tmelet alapjait vetette meg, s a jelenségeket okozati determináltságukban értelmezte. Szerinte minden ok- szerűen és szükségszerűen történik. Az atomokon és az üres téren kívül semmi sem létezik, az anyag és az élet minden tulajdonsága az atomok számától, nagyságától, értelem és célnélkül való mozgásától függ. Minden más csak nézet. A lélek is csak az atomok finom megoszlása. Demokritos tanaiban már tisztán kibontakozott a kor- szerű fiziológiának az az elve, hogy az élet jelenségeket maradék nélkül az anyagi világ törvényszerűségeire vezesse

vissza. Kétezer évvel később Descartes elvetette az atomelméletet, s az élő szervezetet a világegyetem gépezetének matematikai szükségszerűségében működő mechanizmusként fogta fel. Tanaiban széles alapot kapott a felfogás, hogy a szervezet élete az exakt természettudományok körében kimerítően értelmezhető. A materialista életfelfogással szemben az élet spirituális jellegét Pithagoras hangsúlyozta a VI. században Kr. e.

Az élő szervezetet a mai biológiai értelemben Hippokratés (460—377. Kr. e.) fogta fel először, akit az orvosi tudomány atyjának tisztelünk. Ő fektette az orvostudományt az élettudomány alapjára. Műveiben az orvosi, a betegségek felismerésére és gyógyítására irányuló nézőpont az uralkodó, de az emberi szervezet megismerésére az élet általános jelenségeinek megfigyelései alapján törekedett. Az emberi természet megismerésének feltételét az általános természetismeretben látta. A közvetlen megfigyelést tartotta a tudományos megismerés egyedül megbízható módszerének. Tanainak, a «hippokratizmusnak» lényege, hogy az élő szervezet egység a célszerűség, a szépség, az egészség összhangjában, a betegség nem valami különleges, a szervezetnek idegen, kívülről a szervezetbe jutó szellem, hanem az élet harmóniájának megzavarása, amelynek helyreállítására maga a szervezet természeténél fogva törekszik. A szervezetben rejlő életelv mind a részek, mind az egész működését kormányozza. Orvosi vonatkozású, az orvostudományban ma is érvényes megállapításain kívül a biológiai gondolkozás általános irányelveit határozta meg. Különösen az individualitásnak mai felfogásunkban érvényesülő fogalmát domborította ki. Az életet a szervezet egységében lejátszódó bonyolult kölcsönhatások összerendezettségében, a külvilággal fennálló vonatkozásaiban szemlélte. A biológia és a filozófia viszonyát világosan felismerte. Azt hirdette, hogy «az orvostudományba is a filozófiát kell belevinni, a filozófiába pedig az orvostudományt». örökbecsű megállapításai mellett csak a biológia történetének szempontjából értékes ama téves nézete, amely kétezer éven át a vérkeringés felfedezéséig uralkodott, hogy a szív balfelében és az ütőerekben nem vér,

hanem «pneuma», a lélekkel azonosított meleg, éltető levegő van. Nevezetes Hippokrates úgynevezett «krízis»-éimélete is. E szerint a szervezetben négy «kardinális» nedv keveredik, a vér, a nyálka, a sárga és a fekete epe. Bzek egyikének túlsúlya szerint a temperamentum, amint a hippokratizmus hagyományai alapján még ma is mondani szoktuk, vérmes azaz szangvinikus, nyálkás, vagyis flegmatikus, epés tehát kolerikus vagy búskomor: melancholiás.

A biológiai életszemlélet legmagasabb nézőpontját és legmélyebb értelmét minden időkben Aristoteles (384—322) nagyszabású, az egész világegyetemet lelölélő gondolatrendszerében érte el. Aristoteles híres és előkelő orvoscsatádsarja, orvostudománnyal és bölcselettel foglalkozott. Atyja II. Augustus, Macedónia királyának orvosa ébresztette fel kora ifjúságában hajlandóságát a biológia kutatására. Mestere Plato volt, aki az idea fogalmát alkotta meg. Az elvont eszmét tekintette a valóságos dolgok egyedül létező lényegének, öröklétének, amelyben a létező, mulandó dolgok örökös mintaképe, «paradigmája» él. Platót szelleme a matematika irányába vonzotta, Aristoteles minden ízében biológus volt, az élettudománya építette a világmindenség átfogó szemléletét. Plato ugyan nagy befolyással volt jeles tanítványára, de — ami eredetiségére és függetlenségére oly jellemző — azt mondta magáról, hogy «Plató barátja, de még nagyobb barátja az igazságnak». Mindent meg akart tudni, amit ember csak megtudhat, összegyűjtötte korának egész tudását műveinek százakra rúgó köteteiben, amelyek csak töredékesen maradtak fenn. Logikai és ismeretelméleti műveit *Organon* néven gyűjtötték össze. Biológiai nézőpontból különösen érdekes és nagyjelentőségű fennmaradt művei a lélekről, az állatok történetéről, az állatok szaporodásáról és az állatok részeiről szólnak. Aristoteles csodálatos műveiben nemcsak az élet jelenségek átfogó szemléletének, a biológiának, hanem az összes természettudományoknak, valamint a lélektannak, a logikának, az esztétikának, az erkölcstannak, sőt a politikának, a szónoklástannak és a poétikának tudományos alapjait is megtaláljuk. Különös

tehetsége volt a tudományos adatok osztályozásához és rendszerezéséhez, a tudományos együttműködés megszervezéséhez. A megfigyelés és tapasztalás tényei között következtető gondolkodással fedezte fel az összefüggéseket és vonatkozásokat. A megfigyelés és a gondolkodás szervesen elválaszthatatlanul egyesültek e minden idők legnagyobb tudósának és gondolkozójának műveiben. k Aristoteles életszemléletének alapján az anyagon felül való lélek, élelve feltételezése áll, amely az élőt a halottól megkülönbözteti. Nem tartozik a dolgok lényegéhez, hogy az ókori felfogás általában hajlamos volt a halállal elszálló lélek fogalmának a lélegzés értelmét adni, amint már Aristoteles előtt hétszáz évvel Homeros Iliásában a psyche kifejezés a két különböző fogalom értelmében váltakozik. A fontos az, hogy Aristoteles az élet fogalmát szembehelyezte az élettelen anyag fogalmával, az élet tudományát élesen megkülönböztette az anyag tudományától és Demokritos anyagelvűségével szemben az élő lények összességével foglalkozó természettudomány alapelvevé az élet sajátosságát feltételező vitaiizmust tette. Ezzel az ellentét, amely Pithagoras spiritualizmusa és Demokritos atom. elmélete között évszázadokkal azelőtt felmerült, a vitaiizmus és a materializmus, illetőleg mechanizmus világnézeti különbsége, teljességében domborodott ki. A két felfogás küzdelme különböző korszakokon keresztül napjainkig végigszántott az élettudomány történetén, két táborra osztva a tudósokat, az ellentétek tudományos megoldásának kilátása nélkül, mert a vitalisták azt hiszik, hogy az élő szervezetben valamely különös, az élettelen anyagban benne nem rejlő elv érvényesül és nyilvánul is meg az éleljelenségekben, míg a mechanisták hite szerint az élet minden jelenségében csak az anyagi testekre is ható erők működnek.

Aristoteles az élet különleges elvének fogalmát a lélekhez kötölte, amelyet Plató ideájával azonosított. Csakhogy amíg Plató az ideát a valóságtól elvonatkoztatott transzcendens értelmében a dolgokon kívül tételezte fel, Aristoteles a dolgok valóságában bennerejlő, immanens lényege gyanánt fogta fel. A forma fogalmával azonosította, amely-

ben az anyagban rejlő lehetőség, a belső szükségesség megvalósul, testet ölt. Miként a márvány lehetőségeiből a szobrász művészete teremti meg a szobor valóságát, az élő szervezetben is a kialakító lélek valósul meg a test anyagának lehetőségei szerint.

Az idea a dolog lényege, az «entelecheia». Célját magában foglalja s ennél fogva az élő csíra a benne rejlő terv és célszerűség kialakító ereje által a szervezet formájának valóságává fejlődik. Míg az élettelen természetben az anyag uralkodik a forma felett, az élők világában fokozatosan a forma jut uralomra, amíg az emberi lélekben, legmagasabb formájában, legnagyobb hatásfokát az értelemben éri el.

A kísérleti fejlődéstani kutatás éppen legújabban igazolta Aristoteles ama felfogását, hogy minden alacsonyabb fejlődési fokozat magában rejtje a magasabbnak lehetőségét, amely annak valóságává válik. Ez a felfogás a szerves, alkotó szintézis, a «felmerülő evolúció» (emergent evolution) Morgan féle egészen újkeletű elgondolásának is alapja, aneky szerint az élő szervezetben pusztán a fokozatos szintézis útján az élet új lehetőségei valósulnak meg. Aristoteles szerint a lélek mozgásban nyilvánul meg és alvilágot Istennek örök, térnek, anyagnak és változásnak alá nem vetett lénye, mint «primum mobile immotum» (az első mozdulatlan mozgó) mozgatja, akként, «mint a szerelem tárgya szerelmesét».

Amikor Aristoteles azt hangsúlyozta, hogy a dolgokat keletkezésükben és fejlődésükben kell megismerni és különösen .tintahalakon előszeretettel tanulmányozta pontos megfigyeléssel a fejlődés menetét, a fejlődéstan alapját is megvetette. A fokozatos fejlődés gondolata már Enipedokles tanaiban felcsillant, Aristoteles élettudományában pedig határozottan kialakul, hogy a XIX. században uralomra jusson a biológiában. Az élőlényeket a természet fokozataiban rendszerezi. Megállapítja, hogy éles észrevehető határ nélkül mennek át egymásba, amint ma sem tudjuk a véglények birodalmában a növények és az állatok világát szabatosan elkülöníteni. A faj fogalmát is Aristotelesig vezethetjük vissza, ami érthető is, mert

hiszen a faj ideája Plató gondolkörében könnyen kialakulhatott. Az állatrendszertan alapjait is Aristoteles vetette meg. Műveiben, csakúgy, mint Hippokrates tanáiban természetesen sok a tárgyi tévedés, de igen sok helyes megfigyelése és következtetése ma is megdöntetlenül él a korszerű tudományban. Például az állatok testalkatának, szervei sajátosságának összefüggése tulajdonságaikkal, hogy az elevenszülő négylábúaknak szőrzete, a tojásrakóknak pikkelyzete van, hogy szarvval bíró állatoknak soha sincsen karmuk, vagy ragadozó jellegű fogazatuk. Téves megállapításai, hogy az agyvelő nyálkát termel és a vér lehűtésére szolgál, a táplálék a gyomorban és a vérben felforr, a szív a szabályos időközökben felforró vértől ver, hogy alacsony rendű állatok ősnemzés útján, rothadó anyagokból kelnek életre.

E tárgyi tévedéseket a haladó tudomány részletkutatása kiküszöbölhette, de az élettudomány klasszikus egységét, Hippokrates és Aristoteles életszemléletének mélységét nem közelítette meg azóta sem. Az emberi értelemnek e nagyszabású tudományos művei az antik kultúra fénykorának felülmúlhatatlan művészi remekműveihez sorakoznak.

Aristoteles tudományrendszere, amelyben az anyagi természettudományok, az élettudomány, a bölcsélet egységes foglalatot nyertek és az értelem lendülete a hit birodalmában Istenig csapott fel, a Rómában elterjedt epikurizmus romboló életfelfogásának hatása alatt felbomlott. A klasszikus görög élettudomány és orvostudomány tanai Alexandriában fogamzottak meg rövid időre — ahol II. Ptolemeus «múzeumában» gyűjtötte össze a legkiválóbb tudósokat — és az élettudomány egyes résztudományainak kifejlődéséhez vezettek. Az alexandriai orvosi iskola keretében Herophilos az anatómiai ismereteket gyarapította, a szervek összefüggését, működésük vonatkozásait kutatta. Erasistratos az ereket és idegeket tanulmányozta és az élet jelenségek mechanikai értelmezésére törekedett. Működésüknek sötét háttere van. A hagyomány szerint orvos létükre arra vetemedtek, hogy élő emberek, halálra ítélt gonosztevők élveboncolásával végezték vizsgálatukat!

Helophilos, Erusistratos és tanítványaik, a «herofilusok» és «erasistrateusok» éles vitáiban és személyes viszálykodásaiban a két görög orvosi iskola hagyományai küzdöttek egymással: a koszi iskoláé, amelyből Hippokrates származott, és amelyhez Herophilos csatlakozott és a gyakorlati irányú materialista szellemű knidosié, amelynek Erasistratos volt híve.

Az alexandriai iskolában az orvostudomány rendszere kezd kialakulni, az ember anatómiája különvált az állatok anatómiájától, különálló tudomány lesz, amely Egyiptomban a balzsamozással kapcsolatban régi mesterség is volt. Az élettan, a fiziológia is kiindulva az élet jelenségek mechanikai értelmezésének alapelvéből, szintén kiválik az élettudomány egységéből. Az élettudomány klasszikus megismerésének és tanainak ezentúl az orvostudomány a letéteményese. Az általános élettudomány művelése hosszú időre megszűnt, csak apróbb gyakorlati jelentőségű megismerések vetődnek fel időnként. Egysége minden ízében felbomlott. A természettudomány a megfigyelés és tapasztalás tényeinek elhanyagolásával üres spekulációkban, babonás hiedelmekben merült el.

Az jmtik Rómában az élettudomány terméketlen talajra talált. A rómaiak tisztán gyakorlati szelleme nem kedvezett a tudományoknak. Ez a szellem ütközik ki Róma legnagyobb természettudósának, az idősebb Pliniusnak (23—79) felfogásában, aki nagy terjedelmű, korának egész tudását összegyűjtő munkájában azt a feltevést domborította ki, hogy minden növény, állat és ásvány az ember kedvéért van és hasznosságának alapján ítélandó meg. A régi Róma nagy orvosa, Claudius Galenus (131—210?) volt az ókor utolsó átfogó szellemű tudósa. Életszemléletében Hippotetes, Plató és Aristoteles eszméi ideális magaslatra emelkedtek. Minden dolog végső okát és irányítóját az isteni értelemben kereste. Az orvostudomány rendszerét, tanításának módszereit ő alapozta meg, de mély nyomokat hagyott az általános élettudomány történetében is a szervezet és részei között levő vonatkozások kutatásával és annak hangsúlyozásával, hogy a szervezet egésze több, magasabbrendű, mint részeinek összege. Anatómiai meg-

figyelései igen sok tévedést tartalmaznak, különösen azáltal, hogy a majmokon és más állatokon tett tapasztalatait az emberre igyekezett átvinni, a nélkül, hogy az anatómiai viszonyokat az emberen egyáltalán tanulmányozta volna. Tanai mégis másfél évezreden át egyedül uralkodtak, személyes tekintélye, tiszteletreméltó egyénisége és a korszak tudományos bírálata, önálló megfigyelésre, gondolkozásra képtelen szellemi alkata folytán. Galenus tanaiban vakon hittek, az élettudomány és az orvostudomány dogmák rendszerévé merevedett meg bennük. Másolták írásban és képben a régi tudományos műveket és senki sem gondolt arra, hogy csak egyszer is közvetlen megfigyeléssel győződjék meg az állítások vagy ábrázolások helyességéről.

A XI. században arab orvosok, közöttük Avicenna vagy Abu Sina orvosi Kánonjában, Averroes vagy Ibn Rosch, akit a középkor Aristotelesének neveztek, tartották ébren az élettudomány klasszikus hagyományait és mentették át az utókor számára. Az arab kultúra meghonosodása Európában, különösen Spanyolországban, rejtette magában a tudományok későbbi felvirágzásának csiráit.

A XIII. század scholastikája, a vallásos hit és a természettudomány tanainak összeegyeztetésére irányuló törekvésével eleinte nemcsak a vallás hittételeivel szemben gyakorolta a tekintély tiszteletét, de kiterjesztette azt Aristoteles, Hippokrates és Galenus kirívó tárgyi tévedéseire is. Az újonnan felfedezett napfoltokról az a nézet alakult ki, hogy a vizsgáló szemében lehet hiba, mert Aristoteles szerint « . . . a nap arculata szeplőtelen*. Fenn-tartották Aristoteles tévedéseit, hogy a nőknek kevesebb foguk van, mint a férfiaknak, ahelyett, hogy megszámlolták volna. Arról vitatkoztak, hogy a férfinak annyi oldalbordája van-e, mint a nőnek, mert hiszen Ádám egyik bordája Éva teremtésére használtatott fel. «Tudományos» probléma volt, hogy Ádámnak volt-e köldöke, vagy sem. Később a scholastikában a tudomány teljes megtagadásának és lenézésének irányzata fölött a mély gondolkodásra, az ellentétes fogalmak összeegyeztetésére irányuló törekvés vált uralkodóvá, amely Aquinói Szent Tamás nagy-

szerű, az élet legmélyebb problémáit átfogó gondolatrendszerében érte el tetőpontját. Az angol Roger Bacon a természet közvetlen megfigyelésének szükségességét hirdette. Megjósolta a mikroszkóp és a teleszkóp felfedezését is.

A renaissance művészetének kimagasló személyisége, Leonardo da Vinci (1452—1529) az anatómia tudományának úttörője. Az emberi szervezet szerveiről és összes képleteiről a legpontosabb rajzokat készítette, az ember és állat csontrendszerének összehasonlításából törvényszerű vonatkozásokra következtetett. A szemet, különösen a szemlencse szerepét pontosan tanulmányozta, úgy mint a fejlődés egyes jelenségeit, s a madarak repülését. A kőületekben megtartott fossziliákat állati maradványok gyanánt ismerte fel. Botticelli a növények, virágok rendkívül hű, tudományosan pontos ábrázolásával tűnt ki.

A renaissance humanizmusa a klasszikus ókor hagyományainak föllevenítésével az ember és az emberiség problémái felé fordul érdeklődésével. A humanizmus korszellemének bélyegét viseli magán az élettudomány újjászületése is. A közvetlen megfigyelés szüksége, a tekintély hatalmával szembeszálló bírálat az élettudományban először az ember anatómiája terén érvényesült leghatásosabban.

Andreas Vesalius (1514—1564) orvos szabadította fel ezt a tudományt a tekintély tiszteletének védelme alatt másfélszáz évig fennmaradó tévtanok nyűge alól. «De humani corporis fabrica» című művében az emberi holttest tüzetes tanulmányozása alapján írta le pontosan az emberi test szerkezetét és vetette meg az anatómia máig is fennálló rendszerének alapját. Kérlelhetetlen előítéletekkel kellett ezért megküzdenie és szenvednie a tudomány szabadságáért. Végül is, midőn nem zárkozhattak el az igazság elől, hajlandóbbak voltak feltételezni, hogy a Galenus megfigyelései óta eltelt idő elég hosszú volt ahhoz, hogy az emberi szervezet megváltozzék, mintsem belássák, hogy Galenus tévedhetett.

Ha eltekintünk az anatómiának a mikroszkóp felfedezésével lehetővé vált haladásától, azt mondhatjuk,

hog az ember anatómiájának újabbkori fejlődése egyáltalán nem áll arányban azzal, amit azóta veszített ez a tudomány az élő szervezet szerkezetének mélyebb, összefüggőbb, egységesebb megismerésének elhanyagolásával. Vesalius anatómiája még a hippokratesi, aristotelesi és galenusi átfogó életszemlélet magasságából nézte az emberi szervezetet. A szervezet egységének nézőpontjából kereste az anatómia módszerével széttagolt részek összefüggéseit és vonatkozásait a működéssel. Hogy a legapróbb részletekbe menő elemzés eredményeit gondolkodás útján egyesíteni törekszik, kifejezésre jut ábrázolásaiban is, midőn a csontvázat, az izmokat az élő szervezet részei gyanánt mozdulatainak gesztusában szemlélteti. Csak az utóbbi években merült fel ismét a kíváncsi, hogy a holttest anatómiája helyett az élő anatómiáját teremtsük meg, hogy életet öntsünk az anatómia tudományába, hogy a holt alakot és szerkezetet a szervezet működésével egybevetve, a szervezetet biológiai egységében foghassuk fel, a «funkcionális anatómia», «biológiai anatómia* korszerű kezdeményeiben. Az élő szervezet működéseinek tudománya, az élettan, vagy fiziológia szintén a humanizmus jegyében indult fejlődésnek.

A hohenheimi Theophrastus Bombastus Philippus Aureolus Paracelsus, (1493—1541), a páratlan eredetiségű különc bázeli orvos Hippokrates és Aristoteles tanaiból merítette orvosi tudását, anélkül, hogy betűihez ragaszkodott volna. A megfigyelést, a tapasztalatot és a kísérletet, tartotta a természettudományok és az orvostudomány egyedül biztos alapjainak, noha tanaiban okkultisztikus, misztikus, babonás felfogások keverednek éles meglátásai közé. Mindazonáltal az orvosi hivatás mély átérzésével rendszerezte tudását. Az orvostudományt újjá akarta teremteni, amit azzal jelképezett, hogy előadásai kezdetén elégette a régi orvosi tankönyveket. Azt vallotta, hogy az orvoslás végső indítéka a szeretet, az orvosi hivatás egyik pillére az orvos erénye. Az orvostudomány alapjait a filozófiában, a fizikában, az alchimiában, az asztrológiában és az etikában látja, — de nem az anatómiában. Mélyen megvetette ezt a tudományt, a boncolást paraszt-

módszernek minősítette, mert szerinte a halál nem deríthet világosságot az életre.

Paracelsus minden szertelensége, képtelen babonákra hajló képzeletének minden csapongása mellett is kimagasló alakja lett az orvostudomány és a biológia történetének. Például ő alkalmazta először a higanyt a vér-baj gyógyításában. Felismerte, hogy az életfolyamatokban vegyi folyamatok szerepelnek és ezzel az életvegytan alapjait vetette meg. Az anyagserének, a szervezetbe felvett és a kiürített, anyagoknak és a szervezetben érvényesülő biológiai tényezőknek vonatkozásait értelmezte, a testnedvek keletkezését, a szervezetben létrejövő le-
rakódásokat és kőképződést vegyi folyamatokra vezette vissza. A kémia és a fiziológia megalapozásával az élet anyagi jelenségeinek elemzésében ő sem hagyta figyelmen kívül, mint Vesalius az anatómiában, az élet sajátosságát, amely a szervezet egységében, a rész jelenségek összefüggésében érvényesül. Tanai kiindulását képezik a «chemiatrikusok» vagy «iatrochemikusok» orvosi iskolájának és nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a középkori alchi-
miából a tudományos kémia kialakuljon.

Van Helmontt, ugyancsak orvos és alchimista (1577—1644), az erjedés jelenségeivel foglalkozott. Felfedezte, hogy a sör erjedésekor képződő gáz — amelyet ma szén-savnak nevezünk — azonos azzal, amely a fa égésekor keletkezik és amely a barlangokat betölti. Kitartott az élet sajátosságainak biológiai elve mellett és távol állott még tőle, hogy az élet jelenségeit lényegükben vegyi folyamatokkal azonosítsa. Sylvius orvosprofesszor szintén nagy-jelentőségű felfedezéseket tett a kémia terén. A sók természetét tanulmányozta és a vegyi affinitás fontos fogalmát vezette be a tudományba.

Az élettan további kialakulásában és az élettudomány történetében nagy szerepet játszott a vérkeringés felfedezése, amelynek előzményei röviden a következők; A XVI. század anatómusai még általában azt az ókori felfogást vallották, hogy a vér folyton újonnan képződik a szervezetben és a jobb szívből kiindulva, a vivőereken át el-
árasztja a szöveteket, állandóan mintegy öntözi a szerve-

zetet, amely felszívja magába és kiüríti verejték vagy vizelet alakjában. A bal szív és az ütőerek szerepére vonatkozólag az ejtette tévedésbe a régieket és az adott helyet a felfogásnak, hogy azok csak levegőt, vagy a lélekkel azonosított «pneumát» tartalmaznak, hogy a vérkeringés szervei mélyebben fekszenek, az élő, sértetlen szervezetben közvetlenül nem figyelhetők meg, a halál után pedig üresen találhatók. Amint ma már tudjuk, ez a szív és az ütőerek utolsó összehúzódásának következménye, amely az összes vért a vivőerek rendszerébe hajtja. Galenus ugyan már úgy tudta, hogy a bal szívben és a fő verőérben élénk-vörös, habzó «pneumával» kevert vér van. Leonardo da Vinci azt is tudta már, hogy a verőerekbe a szív összehúzódása hajtja bele a vért. Fabricius, Harvey mestere, a vivőerek billentyűinek a véráramlást gátló szerepét is felismerté, de a dolog lényegéig mégsem jutott el. Mihael Servetus (1519—1533) spanyol teológus volt az első, aki a vér keringésének gondolatára jött. «Restitutio Christianismi» című könyvében világosan kifejezte, hogy «a vér a jobb szívfélből a bal szívfélbe nem a szívövényen keresztül jut, amint azt általában hitték, hanem sokkal nevezetesebb és hosszabb úton át, a tüdőkön keresztül. Élénkebb színt nyer, midőn a tüdő verőéréből annak vivőérébe jut. A tüdőben a belélegzett levegővel keveredik és a kilélegzett levegő távolítja el tisztátalanságait.» így Servetus fedezte fel a kis vérkört.

Cesalpino (1519—1603) híres olasz orvos, a kis vérkörrel kapcsolatban először használja a «circulatio» kifejezést. A vérkeringés egységes felfedezésétől már csak egy lépés választotta el. A vérkeringést a szív, ütő- és vivőerek összefüggésében Harvey Vilmos (1578—1657), korának legnagyobb orvosa és biológusa fedezte fel. Húszévi megfigyelés, kísérletezés és gondolkozás alapján mintaszérű tudományos érveléssel kétséget kizáróan kimutatta, hogy a vért a kis és nagy vérkörön keresztül a szívizom összehúzódásának hajtóereje tartja keringésben. Negyven állatfajon — férgektől kezdve az emlősökig és az emberig — hasonlította össze a vérkeringés viszonyait. Felfedezte a szív összehúzódása és a verőerek tágulása között

levő okozati összefüggést és rájött arra, amit ma már oly természetesnek és magától értetődőnek tartunk, hogy nem újabb és újabb, a táplálkozással termelt vérmennyiség áramlik át a szervezeten, hanem ugyanaz a vér folytonos keringése. A vér útját a kis és a nagy vérkör verőereitől vivőereiig Harvey még nem tudta követni, azt hitte, hogy a két érrendszer a szövetek pórusain át közlekedik egymással. A hajszálerek keringésének felismerése egyelőre még a mikroszkóp felfedezésére várt.

Harvey egyébként orvosi és biológiai gondolkozásában, mint a renaissance élettudományainak művelői általában, nem szakadt el az aristotelesi életszemlélettől, az élő szervezet egységes felfogásától, önalakító individualitásának feltételezésétől. Ő maga nem vonta le felfedezéséből azokat a következtetéseket, amelyek a vérkeringés felfedezését az élettudomány történetében, a fiziológia fejlődésében, a középkor és az újkor határán a világnézet kialakulására gyakorolt kihatásában oly nagy jelentőségűvé avatják.

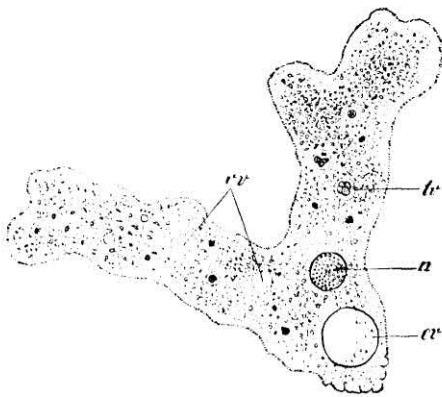
Harvey felfedezésének ez a jelentősége abban van, hogy fizikai alapon, az anyagi testek törvényszerűségeire visszavezetve, mechanikai, hidrodinamikai elvek szerint értelmezte az élő szervezetben lejátszódó egyik legfontosabb jelenséget. Az élet jelenségek racionális értelmezésének és a kísérletező kutatásnak vetette meg alapját az élettudományban, ugyanakkor, amikor Galilei az égitestek mozgás jelenségeinek törvényszerűségeit fedezte fel. Kimondotta az anyagi világ tudományos megismerésének alapelvét: megmérni mindent, ami mérhető és megmérhetővé tenni mindazt, ami nem mérhető. Az organikus természettudományokat a matematikára igyekezett visszavezetni és a fizikát önálló tudományként alapozta meg, miután Giordano Bruno Aristotelessel ellentétben már nem a formában, hanem az anyagban kereste az isteni lényegét. Harvey felfedezésének további, az életfelfogásra és a világra kiható jelentősége abban van, hogy megdöntötte a hiedelmet, mintha a «pneuma» a lélek, a szív pedig a lélek székhelye volna. Lavoisier pedig kimutatta, hogy a vérben keringő légnemű anyag, a «pneuma», vagy «spiritus vita-

lis», az oxigén, minden anyag égésének a fenntartója. Az újkor kezdetén a fizika és kémia rohamos fejlődésével, törvényszerűségei érvényesülésének felismerésével a szervezet élet jelenségeiben is az élettelen anyag tudománya jutott uralomra. Newton felfedezése, hogy a mozgás törvényei a földön és az égitestek világában azonosak, magával ragadta az élettant is, amelynek alapelve lett, hogy az élet jelenségeket a fizika és a kémia törvényszerűségeire vezesse vissza. Az élettan ezen az úton, vagyis a fizika és a kémia kísérleti módszereinek alkalmazásával, az életjelenségeket kísérő anyagi jelenségek megismerésében napjainkig nagy haladást tett és az anatómia mellett az orvostudomány alaptudománya lett Haller, Bell, Magendie, s különösen Claude Bernard és Ludwig kutatásai nyomán.

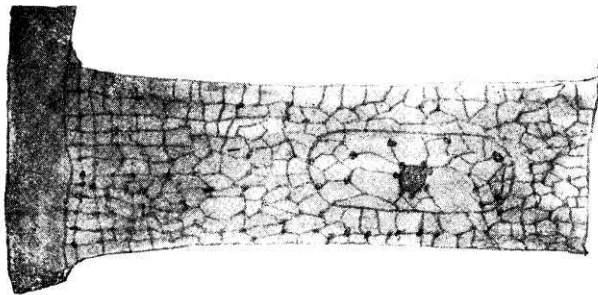
Az élettan saját problémái körében ma is egyszerű felfedezések és ismeretek bő forrása. Csakhogy a tisztán mechanista nézőpont érvényesítésével az élet jelenségek értelmezésében egyoldalúvá és szűkkörűvé vált. Amikor a materializmus szellemében a fizika s kémia módszerei s alapelvei megszabta keretet túllépve fogott az élet értelmezéséhez, tisztán az élettelen anyagra vonatkozó törvényszerűségekre akarta az élet jelenségeket visszavezetni. Ám kitűnt, hogy mint az élet jelenségek általános értelmezési elve, nem kielégítő és mint az élettudomány rész-tudománya, mindig csak az élő szervezetre alkalmazott fizika és kémia marad. A fiziológiának a fizika és kémia köréből átvett fogalomrendszere mindig csak az élettelen természet tudományában alkalmazható. ^

Marcello Malpighi híres bolognai orvos (1628—1694) korszakalkotó felfedezéseket tett a mikroszkóppal. Növényeket és állatokat vizsgált, belső szerveik szerkezetét is kutatta. A békatüdőt vizsgálva, megállapította, hogy légsóvel közlekedő apró hólyagokból áll. Felfedezte a verőerek és vivőerek között a keringésbe iktatott hajszálereket. Ezzel betetőzte Harvey művét a vérkeringés megismerésében.

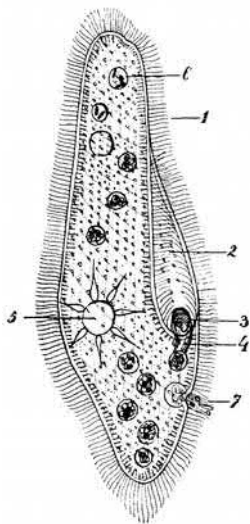
A németalföldi Swammerdam különböző alacsonyrendű állatokon bámulatos kezűgyességgel végzett mikroszkópos vizsgálatait gyönyörű rajzokkal a «Biblia naturae» című



Amoeba proteus. *n* sejtmag, *tv* táplálékvakuola, *cv* kontraktilis vakuola, *vv* vízvakuolák. (Wilson után).



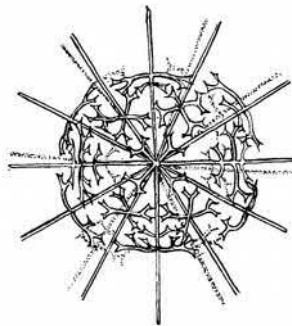
A giliszta epidermis-hámsejtje. A protoplazma hab-szerkezetűnek látszik. (Bütschli nyomán).



Paramecium aurelia.
(Kükenthal nyomán).

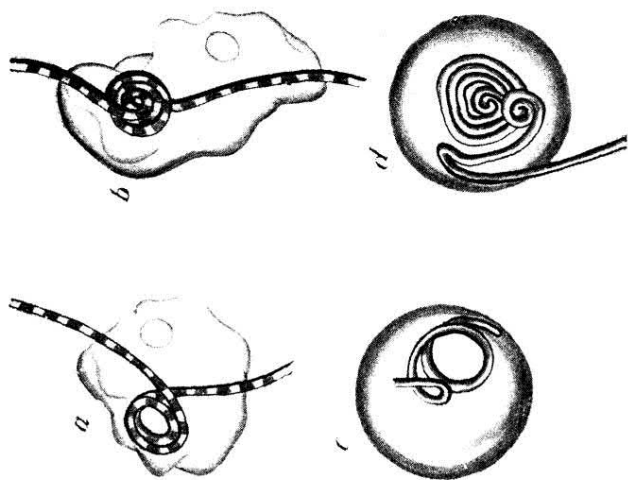


a

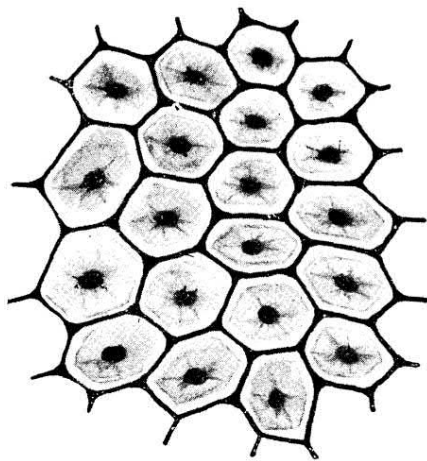


b

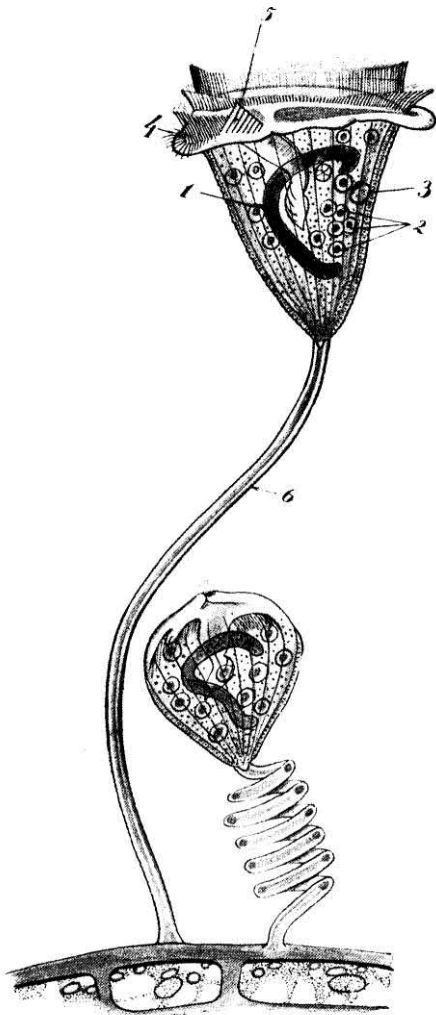
Az alak hasonlósága. *a* a hókristály,
b a radiolaria vázszerkezete.
(Woltereck nyomán).



Mesterséges amoeba. *a—b* az amoeba beke-
belezi az alga-fonalat *c—d* a chloroform-csepp
önegésziv a sejlkörmagot (Rhumbler).



Mesterséges sejtek :
a ferrocyanidum diffúziója útján
keletkezőnek gelatinban.



Vorticella vakuola.

- 1 mag, 2 táplálékvakuolák,
 3 kontraktilis vakuolák, 4 száj,
 5 unduláló hártya, 6 nyél.
 (Kükenthal nyomán).

híres könyvében közölte. Hooke a parafa metszetén talált kis mikroszkópos üregek elnevezésében először használta a «sej» kifejezést. Grew angol orvos a növények mikroszkópos szerkezetét is vizsgálta abban a feltevésben, hogy «a növények és állatok egyazon mester művei és egyazon értelem találmányai». A növények és az állatok szervezetében hasonlóságot keresett, mint egyazon isteni terv két része között. A materializmus világnézetének uralomra jutásával az élettelen anyag természettudományos megismerésének rohamos haladása és káprázatos eredmén}ei azt a bili reményt ébresztették, hogy csak idő kérdése a lét összes problémáinak és az életjelenségek kimerítő mechanikai értelmezésének lehetősége. Annál könnyebbnek látszott ez, miután csak a fizika és kémia kész ismereteit és módszereit kellett a szervezetre alkalmazni. Az élet ama jelenségeit, amelyek ez alapon nem voltak felfoghatók és értelmezhetők, elhanyagolták. Az átfogó biológiai szemlélet teljesen háttérbe szorult és ezzel a kötelék is megszakadt, amely az élő természettel foglalkozó egyes tudományokat az élettudomány egységes, szerves egészében összetartotta.

A növénytan, az állattan és az embertan, különösen mint orvostudomány, önállóan, vonatkozás nélkül fejlődtek az 'anatómia és a fiziológia elkülönülésével, ami különösen az állattanban és az orvostudományban mutatkozott. Az állatok élettana az emberéltan keretében fejlődött. A növénytanban az alaktani és élettani nézőpontok nem különültek el, bár e tudomány fejlődésében is orvosok játszották a főszerepet.

Aristoteles növényteni munkái elvesztek. Egyik tanítványa, Theophrastus műveiből ítéelhetjük meg a növényteni ismeretek ókori kezdeteit. Különösen figyelmet érdemel, hogy a magok csírázásának alapján az egyszikű és kétszikű növényeket már megkülönböztette. A gyógy-növények ismerete már az ókorban kifejlődött. Sok növény ma is használatos neve Dioskoridestől származik. A középkorban Szent Nagy Albert növényteni munkája emelkedik ki, majd Brunfels, Fuchs, Cesalpino a XVI. és a növények nemi életét felfedező Camerarius a XVII.

században — valamennyien orvosok — gyarapították a növénytani ismereteket.

Az állattanban az angol Turner, a francia Belon és Rondolet, a svájci Gesner tűntek ki, egyesek a növénytant és az állattant párhuzamosan művelték, majd Rey a XVI. század elején a két tudomány ismereteit közös alapon rendszerezte.

Az élettudomány egyes ágai további fejlődésének nagy lendületet adott és egyben közös nézőpontokat is teremtett közöttük az élőlények új formáinak megismerése, utazások, ásatások és különösen a mikroszkóp felfedezése által.

A tudományos megfigyelés területe a mikroszkóp felfedezésével megsokszorozódott. A teleszkóp a csillagos égbolt fizikai világába engedett mélyebb betekintést, a mikroszkóp az élők új világát tárta fel. Pápaszemkészítők — először a holland Janssen-testvérek — készítettek lencséből összetett mikroszkópokat, amelyek legfőljebb tízszeresen nagyítottak és eleinte csak játékszerűen használták őket. «Vitrum pulicare» volt a nevük, mert különösen bolhák nagyított képét nézték velük.

Antony van Leeuwenhoek (1632—1723) a delfti születésű posztókereskedő lett a maga idejében a mikroszkópok készítésének mestere. Kétszázhetvenszeres nagyítást is elért velük és szenvedélyesen vizsgált mindent a világban. Nagy volt elragadtatása, amikor az állott csatornavíz cseppjében az élőlények — infuzoriumok és baktériumok — nyüzsgő világát felfedezte, mert mindaddig arról mitsem sejtettek. Ő fedezte fel többek közt a véresejteket, az ondószálakat (spermatozoonokat), állatkáknak tartva azokat, amelyeket ugyan már egy Hamm nevű diák is látott. Reginier de Graaf németalföldi orvos a mikroszkóppal a petefészek tüszőit találta meg és az emlősök petéjét először vetette össze a madarak tojásaival.

A mikroszkópia vagy mikrografia alapítói lelkes rajongói voltak új tudományuknak, amely új utakat nyitott a biológiai kutatás számára. Miután úttörő felfedezéseit megtette, két évszázadon át alig haladt ez a tudomány, csak a XIX. században, a mikroszkóp optikai tökéletesedésével kapott mind nagyobb jelentőséget és

vált a biológiai kutatás legfontosabb eszközévé. Utazások, új világrészek felfedezése, az addig ismeretlen növény- és állatfajok egész seregét ismertették meg. Megindult a gyűjtés, az anyag rendezése és rendszerezése. Tudományos társaságok alakultak világszerte, tudományos folyóiratok létesültek, múzeumokban, növénykertekben, állatkertekben gyűjtötték össze a különböző élőlényeket, illetőleg azok készítményeit. A véletlen, vagy tudományos célú ásatás már nem létező fajokhoz tartozó élőlények maradványait vetette felszínre. A mikroszkóp az alacsonyrendű élőlények különböző fajainak szabad szemmel addig észre nem vett egész sokaságát tárta fel.

Sok növényt és állatot meghonosítottak. A dohány, a burgonya, a paradicsom, a tengeri, az akác exotikus eredetű. A leíró növénytan és állattan az új fajok halmozódásával, azok megkülönböztetésével kritikus helyzetbe került. Aristoteles mintegy 500 állatfajt írt le. A XVIII. században már megtízszereződött az ismert fajok száma, míg napjainkban egy millióra becsülhetjük hozzávetőlegesen az élőlények különböző fajainak számát, amelyek negyedrészen a növények, háromnegyedrészen az állatok világához tartoznak.

Aristoteles leírásaiban már fajok szerint megkülönböztette az állatokat a faj ideális plátói togalma alapján és az élőlényeket a «természet létraja» szerint az embertől lefelé egészen a növényekig és az élettelen anyagig csoportosította, anélkül, hogy egységes rendszerbe osztályozta volna. Az állatokat pirosvérűekre és vértelenekre osztotta, a mai értelemben vett gerincesek és gerinctelenekre — a további alcsoportokban élveszülő, tojó és ősnemzés útján keletkező állatokat megkülönböztetett meg, amely utóbbiakhoz a szivacsokat és úrbéltieket is sorolta. Az élőlények pontos leírása és ábrázolása alapján már nem lehetett fajokat tüzetesen megkülönböztetni és csoportosítani. Ugyanegy növénynek és állatnak különböző vidékeken más és más nevet adtak, különböző fajokat egy néven ismertek, a zűrzavar oly fokot ért el, hogy sürgős megoldást követelt. Módot kellett találni arra, hogy a növény- és állatvilág egyes, a valóságban létező egyéneit, példá-

nyait egy-egy faj ideális fogalma alá sorolhassuk és megkülönböztethessük más fajhoz tartozó egyénektől, hogy a fajokat is további nagyobb, átfogóbb csoportokba sorolhassuk és hogy a fajon belül is az egyéneknek kisebb csoportjait megkülönböztethessük meg.

Az idea és a valóság fogalmai kerülnek egymással vonatkozásba az élettudomány e törekvésében, az élőlények rendszertanának, taxonómiájának kialakulásában, amely a biológia alapvázává lett és a biológia egységének fontos tényezőjévé, mert a növénytan és az állattan között az összes élőlények közös rendszertani kapcsolatát létesíti.

A rendszertan a növénytan keretében kezdett kialakulni. Linné szerint Cesalpino pisai orvosprofesszor, a pápa háziorvosa, aki amint már láttuk, a vérkeringés felfedezésének is úttörője volt, alapozta meg valójában a növényrendszertant, noha egyoldalúan. Bauhin ugyancsak orvos, a gyógynövények tanulmányozása révén mélyedt el a botanikában és a fajok (speciessék) csoportjait nemekbe (genus) foglalta annak az elvnek alapján, hogy a különböző nemekhez tartozó növények inkább különbözzenek egymástól, mint az egyazon fajhoz tartozó egyének. Ekként az egyedeknek a nem és a faj megjelölésével történő kettős meghatározásának lehetősége merült fel. Az általában Jungius néven ismert Jung Joachim a XVII. század elején szintén orvostól lett botanikussá. Nemcsak a növények részeit írta le és látta el ma is használatos tudományos elnevezésekkel, hanem a növénytan tudományába is rendszert vitt az alak, a működés és a környezettel fennálló viszony nézőpontjaiból, i

Ray és Willughby a XVII. század végén együttesen nagy sikerrel fáradoztak a növények és az állatok egységes rendszerezésén. Raytól származik az egyszikű és kétszikű zárvatermő (angiospermae), virágos növények (phanerogamae) megkülönböztetése és elnevezése mono- és dicotyledoneae műszókkal. Állatrendszertanának egyes elveit a későbbi kor is felhasználta. «Istennek, a teremtés műveiben megnyilvánuló bölcsességéről» írott könyvében a fossziliákat a már kihalt fajok maradványaiként ismerte

fel és ezzel az őslénytan történetében is előkelő helyet foglalt el.

A rendszerezésnek a XVIII. századra jellemző szelleme már Tournefort francia botanikus műveiben is jelentkezett, a fajokon és nemeken kívül osztályokat (classis) is megkülönböztetett. Linné Károly (1707—1778) a botanikusok fejedelme. Ingemarsson Nils szenvedélyesen kertészkedő, svéd falusi pap fia volt, aki a Linnaeus nevet szülőhelyének ősi hársfájához fűződő hagyományok tiszteletére vette fel. A nagy Linné különösen gyöngye tanuló volt s szülei valamely kézimesterségre készültek adni, mégis, miután orvosi tanulmányait végül is elvégezte és Stockholmban egy ideig orvosi gyakorlatot folytatott, a tudomány lett élethivatása és annak rendszerezése a szenvedélye. Nemcsak a növényeket és állatokat, de az ásványokat és a betegségeket is rendszerbe foglalta. Sokat utazott, járt a lappok közt is, beutazta az északi országokat, Németországot és Franciaországot is, tanulmányozta a vadonélő állatokat, gyűjtött növényt és százszámra fedezett fel új fajokat. Upsalában tanította a hozzá sereglő hallgatók tömegeit. A tudományos munka megszervezésében páratlan volt. Már gyermekkorában atyja kertjében növényeket tenyésztget, később Hollandia nagy kertjeiben működött, az upsalai növénykertben ezerféle növényfajt tenyésztett és tanulmányozott harminc éven át. Érdeklődését elsősorban a növények nemi élete kötötte le. A növények nemi szaporodását kísérletileg bizonyította, a porzók eltávolításával, midőn a virágból gyümölcs nem fejlődött, csak ha mesterségesen megporozta más virágról. A rovarok szerepét is tisztázta a növények megtermékenyítésében. Növény rendszerét is a növények nemi szerveire alapította, a porzók száma szerint különítve el a fajokat, amelyeket nemekbe rendezett és osztályba sorozott.

A «Systema naturae» című, 1735-ben megjelent hatalmas művében a természet három birodalmát osztályozta. A növények és állatok rendszerezésében a binár vagy binominalis nomenklatúrát vezette be és a nemet, a fajt megjelölő két szóval határozta meg az egyén helyét a

rendszerben, ami máig is fennmaradt, csak úgy, mint a növények elnevezésére, leírására, osztályozására és jellemzésére vonatkozó szabályai ma is érvényesek a botanikában. A növények szerveit is pontosan tanulmányozta, valamint a különböző életkörülmények és talajviszonyok hatását a növények alaki sajátosságaira és a növények és a rovarok között levő alkalmazkodási jelenségeket a természet egyensúlyában.

Az állatok osztályozásában hű barátja Artendi Péter volt segítségére, aki szintén orvosnak készült. Különösen a halakat tanulmányozta és rendszerezte. Linné könnyen lelkesedő, élénk temperamentumát nyugalmával és kritikájával előnyösen mérsékelte. Harminc éves korában vízbefűlt. Linné kevésbé sikerült állatrendszerében a négy lábúak, a madarak, a kétlábúak, a halak, a rovarok és a férgek hat osztályát különböztette meg.

Általános biológiai nézőpontból fontos, hogy Linné az ősnemzés és a fajok változandóságát tagadta. Kizártnak tartotta, hogy, amint hitték, az elvetett mag egy részéből gaz kelne ki. Húszezer mag elvetésével és a kikelő növények megfigyelésével igazolta, hogy a fajok állandóak, az utódok mindenkor a szülőkhöz hasonlóak, hogy minden élőlény petéből származik, amint már Harvey is állította. Kísérleti tények alapján feltételezte a fajok állandóságát, ami máig is latbaesik a növénytan és állattan rendszertanának biztos megalapozásában — szemben a fajok változandóságának a megfigyelés, vagy kísérlet tényeit nélkülöző, csak a valószínűség alapján feltételezett hipotézisével, amelyre később az evolúció tanát alapították. «Annyi faj van a világon, amennyit kezdetben alkotott a végtelen Értelem», ez volt Linné tudományos hitvallása. A faj amaz egyének összessége, amelyek annyira hasonlítanak egymáshoz, mintha közös származásuk lenne. Az élettudományban előtérbe került a faj problémája, az élők egész világának közös problémájaként származástani, örökléstani és fejlődéstani vonatkozásaiban, szoros kapcsolatban a rendszertannal.

Az élőlények rendszerbefoglalása Linné nyomán különböző, többé-kevésbé önkényes, tisztán megegyezésen

alapuló elvek szerint fejlődött tovább az úgynevezett mesterséges rendszerekben. Ezzel szemben a fajokat változandóságuk feltételezésével törzsfejlődési egybetartozásuk alapján úgynevezett természetes rendszerek szerint törekedtek osztályozni s ez osztályozásokban a nemek, családok, rendek és osztályok távolabbi és közelebbi rokonsági fokot jelentenek. Linné a növények keresztezésével és a keresztezésből származó faj változatok tanulmányozásával az örökléstani kutatás útjait egyengette Mendel kísérleteinek irányában. Goethe maga állította, hogy Shakespeare és Spinoza után Linné volt reá legnagyobb, különösen ellenvetést ébresztő, gondolkoztató hatással. Ekként Linné Goethén keresetül a származástan kialakulásában is jelentékeny szerepet játszott. Linné halála után tudományos hagyatéka Angolországba került, ahol Linné Társulat alakult, könyveinek és gyűjteményeinek fenntartása céljából. Követői a rendszerezés formalizmusában merültek ki, általános biológiai nézőpontok kidomborítása nélkül. Buffon gróf (1707—1788) hangsúlyozta a szellemtől való rendszerezéssel szemben, hogy a természetben csak egyedek élnek és a rendszer, osztályok, törzsek csak a képzeletben vannak.

A növények és állatok nagyarányú rendszerezése, az egyes fajok rendszerezésének alapjául szolgáló jellegzetes alaki és működésbeli hasonlóságok és különbségek kidomborítása az összehasonlító anatómia és fiziológia kialakulásával járt. A kutatás köre az őslénytan és a mikroszkópos anatómia területére is kiterjedt és az élet jelenségek átfogó szemléletére törekvő természetbölcseletben termékenyült meg. A különböző élőlények alaki és szerkezetben' viszonyainak összehasonlítása működésükkel abban a szellemben, ahogy Aristoteles felfogta és már eredményesen művelte, meghaladta az élőlények között levő folytonosság és fokozatosság feltételezésével az anatómia nézőpontjait. Az anatómia tudománya, amely Vesalius óta mindinkább az emberi holttest alkatrészeinek vizsgálatára szorítkozott, eltekintett a szervezet részeinek a szervezet egészével és működésével fennálló vonatkozásaitól, ámbar Vesalius ezeket még szem előtt tartotta. A növény-

tanban az anatómiai és fiziológiai nézőpontok sohasem különültek el annyira. Szükségessé vált, hogy az anatómia merev, a holttestre vonatkoztatott fogalmai helyébe az élet formái új fogalmakban elevenedjenek meg, amelyek által az élők világának különböző célt szolgáló különböző alakulataiban a szerkezet azonosságát ismerhessük fel, mint a szervezet kialakulásának, tevékenységének, a szervek egymáshoz és a külvilághoz való alkalmazkodásának kifejezőjét. E szükségletnek felel meg az anatómiával szemben a «morfológia» elnevezés, amely Goethétől származik. A morfológia a működésre vonatkoztatottságánál és általános értelménél fogva tehát kizárólagosan biológiai tudomány. Csak a biológia átfogó egységében kap különleges jelentőséget, míg a biológia résztudományaiban az anatómiával válik egyértelművé. Goethe fejezte ki újra Aristoteles gondolatát, hogy a különböző szervezetek kialakulásában egységes terv érvényesül és fejlődéstani nézőpontokat vitt az összehasonlító anatómiába.

A XVIII. század elején d'Azyr, a kiváló francia orvos és biológus, az élő szervezet és a kristályok különbségeivel, a szervezetek jellegzetes működéseivel és az anatómiai jellegeknek az életmóddal és táplálkozással fennálló vonatkozásaival foglalkozott. Az angol Hunter nagyszerű összehasonlító anatómiai és őslénytani gyűjteményt alapított, növényeket és állatokat alaki és működésbeli tekintetben hasonlított össze s figyelme a «fossziliák»-ra is kiterjedt. Németországban Blumenbach göttingai professzor vetette meg az összehasonlító anatómia alapjait, különösen embertani vonatkozásaiban, az ember és a majom között levő különbségekre való tekintettel.

Az összehasonlító anatómiát és őslénytant a morfológia magasabb értelmében Georges Cuvier (1769—1832) alapította. A szervezetben az élet egységét kereste, a szerveket a szervezet egészének részei gyanánt fogta fel. A szervezet és részeinek kölcsönös kapcsolatát a tagok és szervek egymásközt levő vonatkozásainak összességében szemlélte. A szervek e korrelációjának hippokratesi felfogása volt összehasonlító anatómiájának alapelve. Arra a már Aristoteles által ismert tényre, hogy bizonyos jelle-

gek és szerkezetek valamely állat szervezetében csak meghatározott más szerkezetekkel és jellegekkel együttesen fordulnak elő, alapította helyreállító (rekonstrukciós) módszerét, amely az őslények hiányosan megmaradt szervezetének fossziliáiból az egész szervezetet helyreállította, a hiányzó részeket a maradványokhoz hozzágondolni, vagy az egész állat életmódját hozzáképzelni tudta. A szervezet részei, azok egyes működései között fennálló korrelációk felismerésével Cuvier nemcsak a jelenleg élő fajok és a már kihaltak tudományos megismerésére teremtett egységes morfológiai-fiziológiai nézőpontot. Általános biológiai alapot is adott a korszerű fiziológiában oly nagy szerepet játszó, az idegrendszer és a belső elválasztású mirigyek működése által fenntartott korrelációk értelmezésének. így a hippokratesi tanok újraeledése is támpontot kapott az orvostudományban. A Linné óta ismét felszaporodott új állatfajok rendszerezésében Cuvier ugyancsak a korreláció elvét érvényesítette. Módszerét ő maga és követői annyira tökéletesítették, hogy az állati szervezet legkisebb részeiből pontosan kialakult az egész állat elképzelése, amint a megfigyelés egyes tényeiből következtetés útján más téren is helyre tudjuk állítani az események összefüggésének láncolatát. Tollmaradványból például már minden bizonnyal madárra kell következtetnünk, amelynek elülső végtagja feltétlenül szárnyná alakult. A repülés viszont a szegycsont hatalmas fejlettségével jár együtt, amelynek felülete a közepén kiálló sővényvel növekszik, hogy a repülésben működő, a madarakon különösen fejlett mellizom tapadásául szolgálhasson és annál nagyobb, minél gyorsabb repülő a madár. Aránylag legnagyobb fejlettségű a kolibri csontvázán, míg a struccmadárén teljesen elsimul. A ragadozó szervezete és életmódja már egy éles fog leletéből helyreállítható. Megfelelő állkapocs, karmok, a gyors mozgásra alkalmas végtagok és fejlett érzékszervek feltétlenül hozzátartoznak, úgyszintén a bélhuzalnak a húsevőkre jellemző rövidege és sok más sajátossága.

Cuvier érdeme, hogy végleg eloszlatta élő szervezeteknek a kőületekben maradt lenyomataira vonatkozó kép-

telen felfogásokat, amelyeket Leonardo da Vinci helyes értelmezése ellenére is vallottak. A fosszilis maradványokat azelőtt a természet játékaiknak, a kövekre ható «termékenyítő szellő» hatásainak tekintették. Vagy a föld felszínéig nem jutó teremtőerejének tulajdonították, de Isten művét is látták bennük, aki a megteremtendő élőlényeket előbb kőben mintázta volna meg.

Cuvier tanaiban a geológiából kijegecesedő őslénytan szervesen a biológia rendszerébe került át. A geológusok a földkéreg szabályos rétegződésében az egyes rétegekre jellegzetes fossziliákat fedezték fel, amelyeknek szerkezetében a rétegek korával vonatkozásban álló különbségek mutatkoztak. Cuvier felismerte, hogy a mélyebb rétegekben nagyobb a különbség az élőlények jelenlegi formáihoz képest. Az élőlények geológiai korszakonként való különbözőségét és az őslények kihalását híres katasztrófó aelméletével magyarázta. A föld felszínének időnként bekövetkező forrongásai — amilyen a vízőzön is lehetett — vagy a vulkanikus kitörések az élőlényekre katasztrófálisak és az új korszak állatvilága a katasztrófából megmenekült egyes egyének szaporodásából származik. Hogy miért különböztek az új geológiai korszak élőlényei a kihaltaktól, arra a katasztrófaelmélet nem ad magyarázatot. Cuvier szerint esetleg a föld oly részéről jöhettek, amelyeknek kihalt állatvilágát még nem fedte fel a geológiai kutatás. Követői viszont újólagos teremtéseket tételeztek fel, így D'Orbigny a világ élőlényeinek 29 katasztrófa által történt pusztulását és ugyanannyi újratertetését hirdette.

Cuvier méltó követője az összehasonlító anatómiai és az őslénytani kutatás terén Angolországban Owen Richárd volt (1804—1892). Meckel János Frigyes (1781—1835) a «német Cuvier», az összes szervezeteket egy típus változataira vezette vissza. Ő fedezte fel, hogy a szárazföldi állatok tüdeje fejlődésében a halak úszóhólyagjának felel meg és csak működése szerint egyezik meg a kopolyúval, továbbá, hogy a hím- és női nemszervek különböző irányú kifejlődése korai közös, megegyező állapotból indul ki.

A növények összehasonlító anatómiája különösen Grew és Malpighi vizsgálataiból alakult ki.

A geológia, az őslénytan, az összehasonlító anatómia és a fejlődéstan ismereteinek vonatkozásaiban — az utóbbi tudomány nézőpontjának uralomrajutásával — született meg a származéstan, az evolúció, az élőlények fokozatos fejlődésének, a fajok változandóságának feltételezése és annak hite alapján, hogy a különböző élőlények között közös eredetükre visszavezethető, származástani vonatkozások állanak fenn.

A fajok állandóságának gondolatával szemben, — amely mellett Iyinné és Cuvier kardoskodtak — Etienne Geoffroy Saint-Hilaire már a fajok változandóságának álláspontjára helyezkedett. Cuvier-vel a francia akadémiában nevezetes vitája volt. A fajok keletkezését egy-egy típusnak a külvilág behatása alatt létrejövő elfajulásával magyarázta. A világrend összhangját a tervszerűen gondolkozó Teremtőre vezette vissza.

A fajok származására vonatkozó időszerű ismereteinket, amint Aristoteles, Leonardo da Vinci, Goethe, Darwin Erasmus, Iyamarck és Darwin Károly tanaiból leiszűrődtek, a származásról szóló fejezetben foglaljuk össze.

Az evolúció gondolatára alapított származéstan lett a XIX. század élettudományának uralkodó tudománya s nemcsak a tudomány összes ágaira hatott átalakítólag, hanem a tudományon kívül is mély hullámokat vert körünk gondolkozásában és életfelfogásában. A közös származás gondolata kapcsolatot hozott a különböző élőlényekre vonatkozó ismeretek között. Előtérbe a szaporodás, az öröklés és a fejlődéstan problémáit helyezte s kiindulási pontjává lett e tudományok fejlődésének és biológiai egymásra vonatkoztatásának.

Az élők világának egységes felfogásában, a biológiai tudományok korszerű egységének megteremtésében még általánosabb jelentőséget kapott a növényi és állati sejt felfedezése és a sejtelmélet kialakulása. Az öröklés, a nemiség, a szaporodás, a fejlődés, a szerveződés és a betegség problémái a sejtfogalom körül csoportosulnak. A felfogás, hogy az összes élőlények, a véglények, a növények, az állatok és az ember szervezete egy sejtből, vagy a sejtek sokaságából áll, sejttes szerkezetű, a sejttan közös

alapjára helyezte az élőlényekkel foglalkozó tudományokat. Az élettudomány egysége pedig szilárd kapcsolatot és a vonatkozások sokaságát teremtette meg közöttük. A sejtelmélet alapján a biológiában a rész tudományok kölcsönhatásai közvetlenül érvényesülnek.

A sejtelmélet szerint a sejt az élet megoszthatatlan individuális, elemi egysége. Ezzel az individuum, az egyén, lett a biológiában az élet egysége, mint az élettelen természettel foglalkozó tudományokban az atom az anyagé, ami ugyanazt az oszthatatlanságot jelenti görögül, mint az individuum latinul.

A sejt felfedezése és szerkezetének megismerése a mikroszkóp és a mikrografia tökéletesedésének köszönhető. Már a XVII. században Malpighi, Leeuwenhoek, Hook és mások — amint láttuk — nagy felfedezéseket tettek a mikroszkóp segítségével. A szövetek sejtes szerkezetét már Grew is megfigyelte, a «cellula» kifejezést is használta, anélkül, hogy a dolog lényegét felismerte volna. Okén a XIX. század legelején, 1805-ben, már előhírnöke volt a sejtelméletnek azzal a megállapításával, hogy minden szervezet sejtekből származik és alakul ki. A nagy szervezetek az infuzoriumok halmazai. Az állati szervezet ilyen «polizoikus» felfogásának később Delage adott kifejezést.

Miután sikerült a mikroszkóp rendkívül zavaró hibáit, a színbontást és a gömbi eltérést, — amelyek következtében a színtelen tárgy a szivárvány összes színeinek játékában tűnt fel és eltorzult — különböző üvegfajtákkal és optikai helyesbítéssel kijavítani és a nagyítást az átvilágítás tökéletesítésével fokozni, a mikroszkópia közel kétszáz éves szünet után újból fellendült. Egymást követték a mikroszkópos megfigyelés útján tett felfedezések a sejttan és a szövettan terén. Mohl Hugó német orvos a növényi sejtoszlást figyelte meg és először használta a «protoplazma» kifejezést a sejt nyákos anyagának megjelölésére, amelyet Dujardin «sarcodé»-nak nevezett, Brown Róbert angol orvos pedig a sejtmagot írta le.

A sejtelmélet megalapítója «Beiträge zur Phytogenesis» című 1838-ban megjelent munkájával a növényekre vonat-

kozólag Schleiden Mátvás Jakab (1804—1881) volt. Ő ismerte fel, hogy a sejt a szervezet élő egysége, hogy a szervezet sejtközössége egy sejtből fejlődik, önálló sejtekből és azok módosulásából épül fel. Minden sejtnak kettős a léte, amennyiben fejlődése önálló és egyben a növény része is.

Schwann Tivadar (1810—1882) orvos, Schleiden barátja, Johannes Müller tanítványa, a gyomoremésztés fermentumát, a pepsint fedezte fel. Sokoldalú tudományos munkásságot fejtett ki s az erjedést és rothadást élő mikroorganizmusoknak tulajdonította. «Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und der Pflanzen» című, 1839-ben megjelent könyvében Schleiden sejtelméletét kiterjesztette az állati szervezetre. Ő ismerte fel a sejtet az állat- és növényvilág közös, általános életegységként és ezzel a növénytan és az állattan között a növények és az állatok egységes megítélése alapjául szolgáló kapcsolatot teremtett. A növényi sejtekhez hasonló, magtartalmu alakulatokat először a békalárvában látta, majd embriók szövetében megfigyelte oszlásukat és megállapította, hogy a sejt szerkezet a fejlődés folyamán egyes helyeken akkor is kimutatható, ha később nyomtalanul el is tűnik. Mindezekből arra következtetett, hogy az állatok és a növények egész teste sejtekből, vagy sejtekből származó anyagokból épül fel, minden sejtnak bizonyos fokig saját individuális élete van, amely az egész szervezet összetételének uralma alatt áll. A sejtek egyéni tulajdonságai érvényesülnek a szervezet tulajdonságaiban. Ezek ma is érvényes megállapítások. A sejtek keletkezésére vonatkozólag tévesnek bizonyult Schwann ama feltevése, hogy a sejtek az őket körülvevő úgynevezett «cytoblastema» folyékony anyagból a kristályosodáshoz hasonlóan alakulnának ki. A sejtek keletkezését oszlás útján Nágeli, a sejtmag oszlását különösen Remak, Strassburger és Flemming tanulmányozta behatóan először. Virchow Rudolf (1821—1902), kiváló német orvostanár és politikus, a Schleiden—Schwann-fele elméletet a kóros jelenségek értelmezésénél alkalmazta és a sejt-kórtan megalapítója lett. A betegségeket, kü-

nösen a daganatokat is, az egyes sejtek elváltozásaira vezette vissza, ezzel a betegségek tanát, a patológiát is a sejtelmélet alapjaira helyezte és a biológia körébe vonta. Tőle származik a megállapítás: «*omnis cellula e cellula*», ahol sejt keletkezik, ott már előbb sejtnek kellett lennie, csak úgy, mint ahogy állat csak állattól, növény csak növénytől származhatik. Ez lépett a Harvey-féle «*omne vivum ex ovo*» jelszó helyébe, amelyet később Pasteur általánosított az «*omne vivum e vivo*», az ősnemzés lehetőségét tagadó jelszóra.

Max Schultze (1825—1874) a protoplazmát az összes élőlényekben azonosnak tekintette. A sejtfogalmat a véglények sejtekre nem oszló, úgynevezett egysejtű szervezetére terjesztette ki, amelyek bonyolult szervezetének tökéletességére Bhrenberg hívta fel a figyelmet a növényi és állati sejt felfedezése idején.

A növény- és állatvilág alacsonyrendű, egysejtű szervezeteinek beható tanulmányozására az ezek közé tartozó kórokozók révén az orvostudomány adta az indítékot, amelynek körében a bakteriológia és protozoológia tudományai alakultak ki.

Azzal a megismeréssel, hogy minden élőlény fejlődése egy sejtől indul ki, hogy a soksejtű szervezetek szaporodásakor egysejtes állapotra tér vissza, hogy a petesejtben, amely a faj nemzedékeit is összeköti egymással, benne rejlik a belőle fejlődő szervezet egészének minden lehetősége: a sejt a fejlődéstan és a származéstan közös alaptudománya lett.

A sejtek összefüggéseit a szövetekben és a szervekben a szövettan vizsgálja, amelyet a sejtantól és mikroszkópiától függetlenül Bichat Xavier (1771—1802) alapított a szervezet és szervek szabad szemmel felismerhető szövetrendszerének vizsgálatára. Később a szövettan a sejtant és a mikroszkópos megfigyelés alapjaira helyezkedett!

A sejtelmélet különböző értelmezései azokkal az alapítók felfogásával ellentétes, egyoldalú felfogásokkal jártak, hogy a sejtek a szervezet építőkövei, hogy a szervezet sejtállam. A szervezet egyes sejtjeit a többi sejtől és a szervezet egészétől elvonatkoztatva vizsgálták. Figyelmen

kívül hagyták, hogy a szervezet a sejteknek nemcsak összege, de egységes egésze is és a szervezet működése nemcsak az egyes sejtek működésének összeredménye. Másrészt újabban ugyancsak egyoldalúan a szervezet egészét helyezték előtérbe. «Nem a sejtek képezik a növényt, hanem a növény képezi a sejteket» mondta de Bary. A sejthatárok gyakori elmosódása, a sejtösszeköttetések megállapítása alapján a szervezet egészének tana alakult ki, amely a sejtek önálló individualitását indokolatlanul elhanyagolja. B nézőpontok ellentétéből származik napjainkban az a törekvés, hogy a sejtéletet a szervezet természetes összefüggéseiben, belső környezetével fennálló vonatkozásaiban a szerveződés elveinek szemmel tartásával vizsgáljuk.

Ilyen értelemben fejlődik napjainkban rohamosan a kísérleti sejtten, szövettan, fejlődéstan és örökléstan új nézőpontok és új kutatási módszerek: a szövettenyésztés, a mikrooperáció, a mikrokínematografia összeegyeztetésével.

A sejtelmélet jelentőségét emelte s egyben az élőlények egész világát átfogó biológiai megismerés számára újabb közös nézőpontot teremtett az örökléstan kutatás fellendülése. Ama tény felismerése, hogy az ősök tulajdonságai a növényekben, az állatokban és az emberekben ugyanama törvényszerűségek szerint mennek át az utódokra, még szorosabbra fűzte a biológiai kapcsolatot a növénytan, az állattan és az embertan, illetőleg orvostudomány között. Az örökléstan kutatással egészen JÓ^ondolatok és módszerek kerültek a biológiába. Az öröklés- és variációs-statisztika matematikai módszerét honosították meg, ami a biológiát a korszerű elméleti fizikával hozta vonatkozásba, már nem a mechanikai, hanem a statisztikai törvényszerűségek közös alapján. A válfajok kereszteződésének Mendel-féle statisztikai törvényei a sejttag «kromoszómáiban» rejlő öröklési tényezőknek sejtteni megismerésével kerültek bámulatos összhangba. Az öröklődő testi és lelki tulajdonságok egybevetéséből a biológia és a lélektan vonatkozásai domborodtak ki.

Az örökléstan kutatás által a biológiában a sejtélet, a szaporodás, a kialakulás, a fejlődés, a származás, a vál-

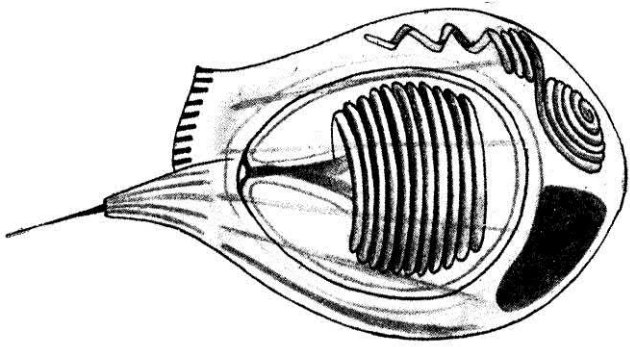
tozékonyság, az alkalmazkodás kérdései kerültek szoros vonatkozásba és közvetlen kölcsönhatásba egymással. Ez általános biológiai kérdések kutatása a biológia valamely szaktudományának elkülönülő nézőpontjából el sem képzelhető és kizárólag az élettudomány egységében lehetséges.

Az élettudomány napjainkban a kutatás új módszereinek és megismeréseinek kölcsönösen termékenyítő vonatkozásaival és kapcsolataival bontakozik ki előttünk. A biológiában az élet minden problémája megelevenedik, megtermékenyül, új, életrevaló problémákat szül és tűz ki a szakszerű részlet kutatás számára. A biológia szintézisében megszűnnek a gondolkodás korlátai a természettudomány és az orvostudomány egyes szaktudományai között, megélnékül közöttük a tudományos anyagszere.

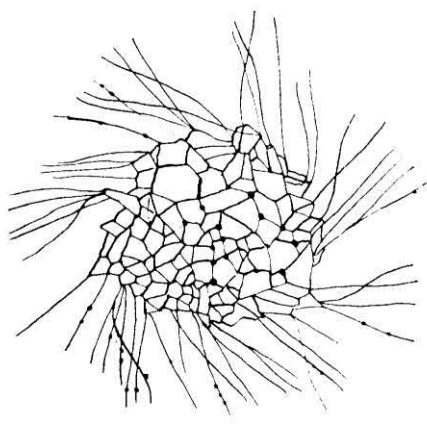
A biológia egységének kialakulásában nemcsak a kutatás által felszínre hozott tudományos tények kölcsönhatása játszott szerepet. A természetbölcselet spekulációból és a természettudományokból egyoldalúan táplálkozó materializmus világnézete ellen irányuló idealizmus, illetőleg vitaiizmus felülkerekedése is jelentős szerepet vitt. A korszerű élettudomány bölcseleti alapjai már a XVIII. század elején kezdenek kialakulni, mégpedig megint csak az orvosi gondolkodásban, mint már Hippokrates tanaiiban a betegségek tanulmányozásában az élet jelenségek egységes ismeretére törekedtek.

S: am, az angol Hippokrates, Bacon régebbi elgondolásaiból indul ki. Újjá akarta alkotni a tudományok összességét és meg akarta óvni a gondolkodás eltévelyedéseitől. Óvást emelt az ellen, hogy az élő természet jelenségeit egyszerű gépies szerkezeteknek tekintsék, amelyeket az ember állít össze és szedhet is széjjel. Sydenham a természet gyógyító erejét hangsúlyozta, melyet az orvos-

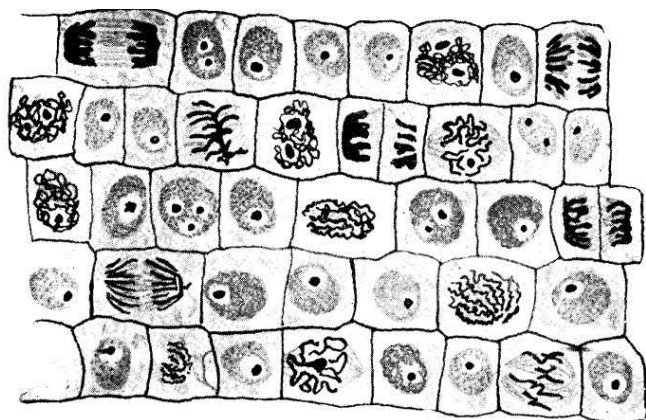
nak támogatni kell. Hoffmann az orvostudományban a kóros folyamatokat vegyi illetőleg mechanikai jelenségekre vezette vissza, de elkülönítette a szervezet működéseinek mechanizmusától a halhatatlan lélek életét. Barátja, Stahl, mint vegyész is kiemelkedett s az oxigén felfedezésének úttörője volt. A «Theoria medica vera»



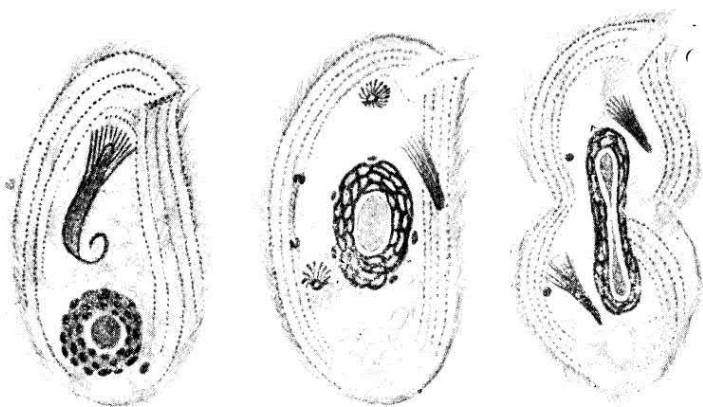
A hidra csalántokja.
(Will nyomán Plate után).



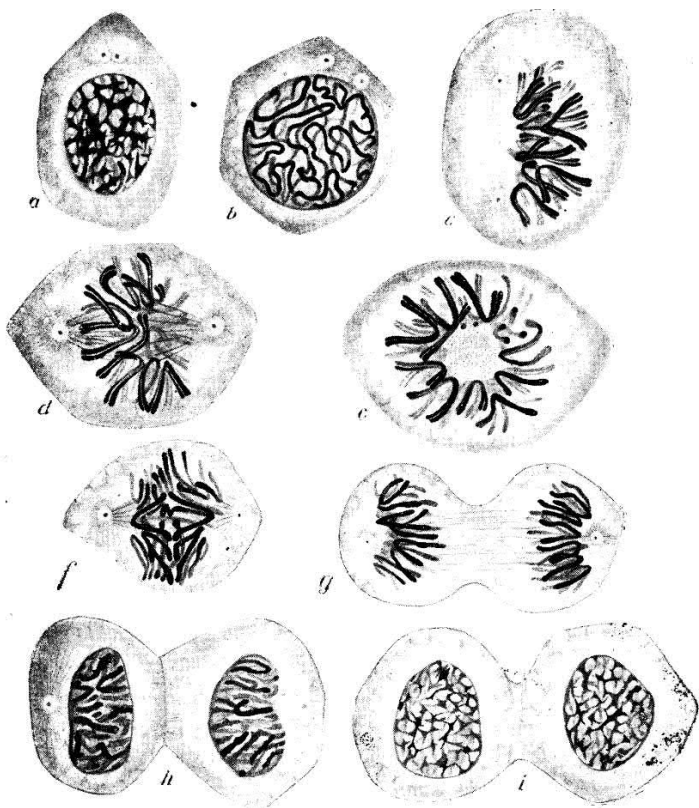
Egysejtű «ezüsvonalrendszer».
(Klein után).



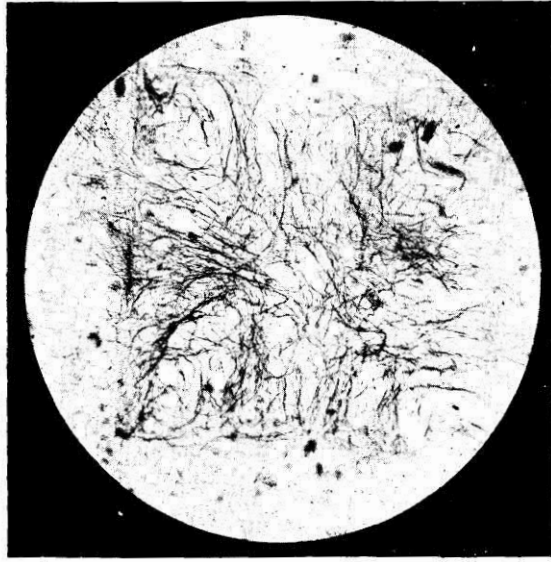
Sejtoszlás a hagyma gyökérkúpjában. (Wilson után).



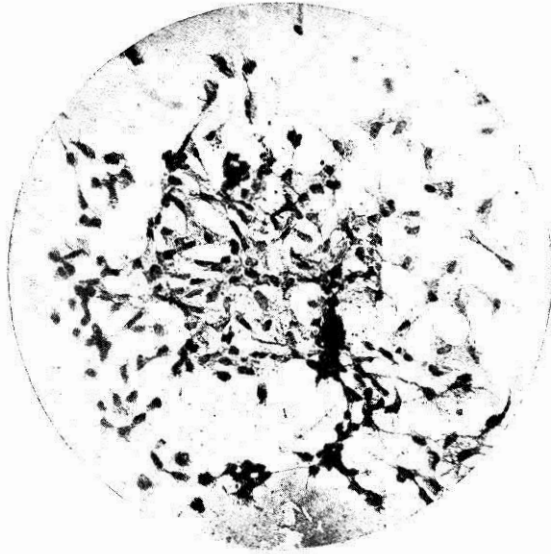
A *Chilodon uncinatus* amitosisos oszlása. (Hartmann után).



Sejtoszlás a szalamandralárvában. *a* a nyugó mag, *b* a profázis, *c*, *d*, *e* a monasterstadium a kromoszomák hosszant való hasadásával, *f* metafázis, *g* diaster stadium, *h* a leánysejtek magjai kialakulnak, *i* a sejtest kettéoszlik. (Kallius után).



Sókristályosodás nyomán kialakult rostszerkezet
(Huzella).



Kristályidomúra növesztett szövet
(Huzella-Lengyel).

című nagy művében az élet mibenlétéről elmélkedik és különösen a mechanizmus és az organizmus, az élettelen szerkezet és az élő szerkezet között való különbségeket domborította ki, amelyeket mind az élettudomány, mind az orvostudomány alapvető kérdésének tekintett. A legnagyobb mértékben hangsúlyozta, hogy a szervezet alapjában, lényegében különbözik a mechanizmustól. A kortársai előtt nagy becsben álló mechanikai irányú fiziológiát elvetendőnek tartja. Az élő szervezetben a lélek a lényeg, a test csak a lélekért van és a lélek uralkodik rajta. A szervezetben uralkodó célszerűségről, a mozgás élet jelenségéről, az élőlényekre jellemző szerves szerkezet fogalmáról és jelentőségéről alkotott felfogásai mély benyomást tettek. A mechanikai életfelfogás ellen irányuló animista tanait a montpellieri orvosi iskola karolta fel és a hipokratészi hagyományokkal összhangban híven ápolta kétszáz éven át a mechanikai világnézet egyeduralma idején is napjainkig, midőn ismét uralomra jutott e felfogás és az élettudomány alapjává lett. Barthez, a montpellieri iskola kimagasló képviselője, az élet jelenségek összefüggéseinek és vonatkozásainak kutatásában látta meg az élettudomány célját. Ezt a gondolatot Claude Bernard, a kísérleti fiziológia megalapítója is átvette és azt hirdette, hogy az ok homályos fogalma helyett a dolgok keletkezésére, a vonatkozások és feltételek kutatására kell figyelmünket fordítani. A montpellieri tanok diadala a korszerű élettudomány. Nem téveszti szem elől azt, ami egészen sajátos az élet megnyilvánulásaiban. S ez az élet individualitása, amely a szervezet részeinek önálló élete, anyagának minden változandósága és összetett volta, a szervezet szerkezetének minden mozgékonyasága és alakíthatósága mellett az anyagnak a szervezeteken keresztül átáramló körforgásában is egységes egész marad. A szervezet sorozatos egység és egységes sokaság.

A montpellieri vitalizmus termékeny talaján Bordeu, Barthez és Bichat művei nyomán alakultak ki a korszerű szövettan irányelvei, a szerkezet és működés, a szervezet és részeinek vonatkozásait szemmel tartó egységes szemlélete alapján.

Kant filozófiája különösen a szervezet részeinek és egészének viszonyára, a részek célirányosságára vonatkozó elgondolásaival hatott a biológiai gondolkozásra. Valamint azért, hogy a lélek problémáit az élet jelenségeknek a megfigyelés és a kísérlet számára hozzáférhetőbb anyagi folyamataitól elkülönítette és a lélektan körébe utalta. Herder az összes élőlények egységét hirdette. Hegel a szintézis jelentőségét elemezte, az idea és a valóság viszonyát értelmezte. Tanaival a szervezet egészének jelentőségét hangsúlyozó legújabb biológiai elméletek állanak vonatkozásban. Comte a pozitív ismereteket összefoglaló tudomány megalapításán fáradozott. Spencer általános tudományos rendszerének központjába az élettudományt helyezte, az átfogó szemlélet és az összehasonlítás mestere volt, a mai biológiai gondolkozás és rendszerezés megalapítója. Bergson az életet az erő fölé helyezi, az «élan vitale» «életlendület», az alkotó, teremtő fejlődés hangsúlyozásával nagy befolyást gyakorolt felfogásainkra. Hangsúlyozza, hogy a mechanikai determinizmusra alapított élettan a világot csak mozdulatlanóságában, de nem élő mivoltában fogja fel. Az élet értelmezésében az idő fogalmát épp oly lényegesnek tartja, mint a térét. Radl a szervezetek ideális szerkezetét kutatja és az objektív természettudomány módszereit kárhoztatja. Bunge az élet jelenségek lelkiségét, Neumeister az élet transzcendens, tudományosan meg nem fejthető voltát hangsúlyozza. Uexküll az egyén és környezetének kölcsönhatásaira irányítja a figyelmet. Hangsúlyozza a szerves kialakulásban érvényesülő aktív tervszerűséget és az idő tényezőjét, amelyek e szerkezetben az anyagi folytonosság megszakítottasága ellenére is érvényesülnek, a vonatkozások anyagiatlan kötelékei által. Driesch, korunk nagy filozófus biológusa, a szervezet egészére irányított célszerűség fogalmát domborította ki. Különösen a kísérleti fejlődéstani kutatásban jártak nagyszerű eredménnyel az anyagelvűség alól felszabadult gondolatai, amelyekben Aristoteles halhatatlan tanai elevenednek meg és abban a felfogásban csúcsosodnak ki, hogy az anyag semmiféle értelemben nem alapja az életnek.

Az élettudomány, felszabadulva a mechanikai determinizmus dogmájának nyűge alól, amely az élet legsajátosabb jelenségeinek értelmezése előtt elzárta, szinte ki-robbanó lendülettel ölelte fel az életnek a mechanikai értelmezés számára hozzáférhetetlen problémáit, nem azért, hogy az élet folyamán lejátszódó anyagi jelenségek ismereteit megdöntse, hanem hogy kiegészítse és betetőzze.

AZ ÉLET FOGALMA.

Az élet mibenlétének kérdése az élettudomány alapvető problémája, megfejtése a biológiai kutatás végső cél felé való törekvés avatja az élőlényekkel foglalkozó szaktudományokat biológiai tudományokká, e cél felé való haladás uralkodik a biológia tudományának egységes rendszerén és ennek súlypontjában az *életi* fogalma áll. Erre az alapfogalomra vonatkoztatjuk, ehhez mérjük ismereteinket. Az élet fogalmának gyűjtőpontjában találkoznak a biológiai kutatás minden irányából jövő megismerések és abból kiindulva és széjjelágazva, világítják meg minden oldalról az életismeret egész területét, a tudományos megismerés végső határáig.

Az életnek, mint természeti jelenségnek problémája egyáltalán csak a biológia átfogó és egybevető szintézisében, az anyag és az élet fogalmainak ellentétéből, antitéziséből merül fel.

Az élet fogalma a biológiában az élettelen anyaggal és a holt szervezettel szemben csak akkor domborodik ki, ha az élet jelenségek kutatásában az életnek a mechanikai determinizmus logikáját meghaladó, az élettelen természetben uralkodó törvényszerűségekre vissza nem vezethető sajátosságát vesszük számba.

Az élet jelenségei a biológiai megismerés számára csak az élő szervezetekben nyilvánulnak meg, a szervezet anyagából kialakuló szerkezetre ható anyagi erők játékában észlelhetők. Az élet biológiai értelmezésében a jelenségek fizikai-kémiai, az élő és élettelen természetre közösen jellemző gépies jellegén kívül az élet ideális, megmérne-

tétlen, számokban ki nem fejezhető súly és kiterjedés nélküli való minőségeit is tekintetbe kell vennünk, amelyek az élők világában testet öltenek, a szervezet anyagát kialakítják, a szervezet minden részében benne rejlenek és működését szabályozzák.

Az élet fogalma szabatosan nem határozható meg, csak az élőlények élet jelenségeinek összességéből fogható fel és különböztethető meg az élettelen anyagtól és a halott szervezettől.

Az életjelenségek, amelyek minden élőlényre általánosan jellemezők, összességükben adnak fogalmat az életről, amely szavakban alig fejezhető ki. Sokan kísérelték meg az élet meghatározását, de szabatosan, kimerítően senki sem sikerült. Csak körülírásokkal vagy más ismeretlen fogalmakkal fejezik ki az élet mibenlétét. Aristoteles az élet lényegét valamely, a célját önmagába rejtő elvben, az «entelecheia»-ban kereste. Claude Bernard szerint az élet «minden élőlényben közös jelenségek összessége». Bichat szerint «ama működések együttese, amelyek a halálnak ellentárlnábn Spencer szerint «a belső viszonyok szakadatlan alkalmazkodása a külsőkhöz».

A halál fogalma csak az élet fogalmának ellentétéből értelmezhető, az alkalmazkodás pedig csak egyike az élőlények jellegzetes tulajdonságainak. A szerves szervezet kialakulása, a szerveződés, az individualizálódás mind megannyi az életre jellemző sajátosságok.

Az élet fogalmát elsősorban az élettelen anyaggal szemben kell elkülönítenünk, a nélkül, hogy a mechanizmus és vitalizmus ősi és végeláthatatlan vitájába elmerül-nénk. Ki kell emelnünk a leglényegesebb különbségeket, amelyek az élő szervezet organizmusa és az élettelen szervezet mechanizmusa között fennállanak.

^w Elsősorban az alak és az anyag között levő viszonyban találunk lényegi különbséget. Az élettelen testek anyagában állandóságot látunk. Az anyag mennyisége, tömege szabja meg a test súlyát, térfogatát és tölti ki formáját. Bármilyen is legyen az anyag összetétele, az anyagi részecskék az időben állandóan ugyanazok maradnak.

Az élő szervezetben az élettelen anyag nemcsak hogy

oly összetett és bonyolult keverékeiben és vegyületeiben található, mint a szervezeten kívül sohasem, nem csak hogy egyes vegyi anyagok kizárólag a szervezetben képződnek, hanem az élő szervezet anyaga folyton változik, kicserélődik, vagyis a szervezet nem anyagában, csak vegyi összetételében és alakjában állandó. Az élő forma és az azt felépítő anyag nem esik egybe, a forma uralkodik az anyag fölött, annak változása ellenére is, amit úgy fejezhetünk ki, hogy az élő szervezetnek önalakító és önfenntartó képessége van.

Az élőlények formája és szerkezeti felépítése annyiban is független az anyagtól, hogy a különböző szervezetekben különböző anyagi összetétellel azonos szerkezetek alakulnak ki. Elvesztett részek újraképződése más anyagból is lehetséges, ha az eredetileg felhasznált anyag nem áll a szervezet rendelkezésére.

A szervezet egységes szerkezeti rendszerei anyagi folytonosságuk megszakításával is fennállanak és működnek. A csontváz gerendázata például különböző, a térben elválasztott csontokon keresztül egységes szerkezetű vagy a rostozat iránya egységes a különálló izmok rendszerében. A szervezet alakjának anyaga nem egységes, mint például a kristályoké és nem azonos a környezetével, amelyből fölveszi, hanem magában a szervezetben készül. Igaz, hogy sikerült egyes, különben csak a szervezetben képződő vegyületeket mesterségesen is előállítani, mint a cukornak, coffeinnek, húgysavnak megfelelő vegyi tulajdonságokkal bíró anyagokat, csak hogy ezeket is az emberi tudomány életfolyamata hozta létre. A szervezet és a gépezet lényegi különbözőségét is ebből a nézőpontból kell megítélnünk. Az emberalkotta gépezet már abban is különbözik a szervezettől, hogy anyaga részeinek a működéshez szabott formájában állandó marad. Ami pedig a gépezetet szervezethez hasonlóvá teszi, az, hogy energiaátalakulások útján értelemeszerű terv- és célszerűséggel munkát végez, azt az élettelen gépezet anyagi mechanizmusába az ember viszi bele.

Az élet sajátos fogalma az anyaggal szemben legjobban kidomborodik, ha az élő szervezet önalakító, önfenntartó,

önkiegészítő képességét tekintjük. És különösen, ha a szervezet jellegzetes formájának és szerkezetének folytonos anyagi megújódását az egyének nemzedékein keresztül a faj életének folytonosságában szemléljük.

Az élet fogalmához tartoznak az általános élet jelenségek, amelyek által az élet az élőlényekben megnyilvánul. Ilyenek a mozgás, a táplálkozás, a növekedés, a szaporodás és az ingerlékenység. Az élő szervezet anyagának folytonos megújulása mellett vegyi összetételének bonyolult kölcsönhatásaiban tartja fenn állandóságát, mechanikai szerkezetének dinamikai egyensúlyát és származásának történelmi hagyományait.

Az élet jelenségek az életnek a szervezetben rejlő belső és a külvilágból beható külső életfeltételek kölcsönhatásában nyilvánulnak meg. Az életfeltételek adottsága, teljessége vagy részlegessége szerint az élet aktuális, ténylegesen megnyilvánuló vagy csak lehetőségeiben megadott, azaz potenciális, más szóval latens, lappangó lehet. Utóbbi esetben az életfeltételek leginkább az élet megindításához szükséges nedvesség vagy hőmérsék hiányában nincsenek megadva. Ilyen lappangó az élete az akár száz évig is csiraképes növénymagnak, ha nedvesség híján nem indul fejlődésnek belőle az új növényi szervezet. Baktériumspórák, ázalagállatok, de magasabbrendű állatok is a felismerhetetlenségig összezsugorodva és beszáradva, éveken át életképes állapotban maradnak, amíg a megfelelő életfeltételek között életük ténylegessé válik. Vitás, hogy egyes ilyen esetekben az életfolyamatok csak a kimutathatóság fokán alul maradnak, vagy teljességgel szünetelnek. Az ilyen szervezet a fel nem húzott órához hasonlítható.

Egyes magasabbrendű növényi és állati szervezetek a nagy hidegben széttörhetővé dermednek és lassan felmelegedve, visszanyerik élet jelenségeik teljességét. Ekként halak—15°, békák — 28°, csigák állítólag —120°, baktériumok —200° hideget is kibírnak. A tetszhalál és egyes állatok téli álma is a lappangó élet fogalmkörébe tartozik.

Az élet fogalma a halál ellentétében is kidomborodik.

A halál tulajdonképpen a végső élet jelenség és fogalma, mint az életé, nehezen határozható meg.

A természetes halál korántsem általános élet jelenség. Sőt az élet elemi egysége, a sejt, halhatatlannak, helyesebben potenciálisan, azaz lehetőség szerint halhatatlannak mondható, amennyiben életének és szaporodásának feltételei fennállanak. A sejt, akár az alacsonyrendű egysejtű szervezeteknek, akár a soksejtű magasabbrendű szervezet egyes sejtjeinek alakjában, nem halandó szükségképpen, csak akkor válik halottá, ha baleset éri és erőszakos halállal pusztul el, vagy ha életfeltételei megszűnnek és tovább nem szaporodhatik. A sejtet a szaporodása, kettéosztása menti meg a testi halál végzetétől, midőn holttest hátrahagyása nélkül, csak egyéniségében szűnik meg, teste utódaiba olvad be, alakul ki és él tovább. Egysejtű ázalatgállatkákon végzett kísérletek igazolják ezt. Woodruff tizenhárom éven át figyelte meg egyetlenegy papucsállatka folytonos kettéosztásából származó 8500 nemzedék-sorozatát, ami emberi viszonylatban 250,000 évnek felelne meg. Mások más szervezetekkel is hasonló eredményt értek el, midőn azokat a kísérletek folyamán állandóan a szervezetek bomlástermékeitől mentes, friss vízben tenyésztették.

A növények vegetatív szaporodásában dugványozás útján a növény egyes részei új egyénekké alakulnak át. Laposférgek magasabbrendű állattörzsében is lehetséges a kétfelőszlás a holt részek teljes hiányával.

A legmagasabbrendű állatok és az ember szervezetének egyes sejtjei természetes körülmények között is halhatatlanoknak bizonyultak. Minden élőlény: véglény, növény, állat, ember összes sejtjeivel a nemzedékek ősidőkbe nyúló kezdetétől fogva élő, soha meg nem halt sejt-ősöktől származik.

A kísérleti sejt kutatás újabban a szövettényésztés módszerével mutatta ki azt a rendkívül nagy általános biológiai jelentőségű tény, hogy a nemi sejteken kívül a legmagasabbrendű szervezetek kötelékéből elkülönített sejtek is korlátlan szaporodási képességet nyernek és halhatatlanok a szövettényésztet mesterséges életfeltételei

között. Ha a szervezet életközösségében halálraszánt sejtek életfeltételeit a szövettenyészet szabadabb, mesterséges szervezetében folyton megújítjuk és a haláltól megváltó szaporodásuk feltételeit biztosítjuk, visszanyerik az egysejtű szervezetek testi halhatatlanságának lehetőségét.

Már nemsokára huszonöt éves lesz Carrel Amerikában élő szövettenyészete. Ebben egy csirkeembrió szívének kis töredékéből származó sejtek élnek tovább folytonosan megújított mesterséges életközögükben, a csirke végső életkorát már háromszorosan meghaladva.

A gondolkozás logikája e tények alapján ahhoz a következtetéshez jut, hogy a soksejtű szervezetben a szerveződés a sejtek haláloka. A szervezet kötelékében az egyes különleges működésekre különböződött sejtek elvesztik szaporodási képességüket, másrészt a szervezet testi halandóságának részeseivé válnak. A természetes halál csak a soksejtű szervezet sajátossága. A sejtélet szervezetsége viszont a sejtek nagy tömegének biztosít időleges életlehetőségeket, amelyek önállóan, egysejtes állapotban nem férnének el a világon és nem találnák meg életlehetőségüket. Goethe mélyértelmű mondása szerint «az élet a természet legszebb találmánya, és a halál a mesterfogása, hogy sok élete lehessen.»

A szerveződés ez a «mesterfogás», amely életet és halált jelent. A két fogalom a szerveződés fogalmában találkozik, amely, amint látni fogjuk, a biológia legmélyebb és legbonyolultabb problémája.

A szervezet általános halála és szövetei sejtjeinek egyéni elmúlása nem esnek egybe. A szervezet egyes sejtjei órákig, napokig túlélnek a szervezetet és mesterségesen különösen sokáig életben tarthatók. Legújabban Carrelnek és Iyindberghnek elmés kigondolással oly mesterséges éltfeltételeket sikerült biztosítani, amelyek között a szervezetből eltávolított egyes szervek hetekig életben tarthatók, működnek és növekednek, annak jeléül, hogy a szervezet életén belül részei részlegesen is életképesek. Hidegvérű állatok egyes szervei és sejtjei különösen lassan halnak el a szervezet halála után, midőn — amint Goethe mondta —

— «a szervezetben rejlő erők a szervezet részeinek leromlásán dolgoznak, amelyeket előbb éltettek.»

A természetes halál feltételei benne vannak a szervezet fejlődésében. A halál szükségszerűségét az élet folyamán felhalmozódó anyagcseretermékek behatására, a szervek elhasználódására, a megújítási képesség csökkenésére, vegyi elváltozásokra vezetik vissza az az illető fajra jellemző életkorban feltartóztathatatlanul bekövetkezik. Igen különböző ez a természetszabta határkor. A kaliforniai mamutfa egyes példányainak életkorát évgyűrűk alapján több ezer évben állapították meg. Múzeumokban láthatók ilyen fatörzsek átmetsetei, amelyeken a Krisztus születésének megfelelő évgyűrű a törzs közepetájára esik. Hatezeréves sárkányfáról és ciprusról is beszélnek, tölgyfák is megérhetik állítólag az ezer évet. Állatok közt az elefánt, a teknősbéka, egyes halak, madarak és csúszómászók többszáz évig is élhetnek, míg egyes alacsonyabbrendű, állatoknak csak rövid néhány órára szabott az életük. Az egyének élettartama öröklődik, még pedig anyai ágon, amint a drosophila nevű gyümölcsléggel végzett kísérletek igazolják.

AZ ÉLET EREDETE ÉS SZÍNTERE.

A fajok származásának kutatása, az egyszerű, alacsonyrendű élőlények, a magasabbrendűek és a legmagasabbrendű ember között levő származási átmenetek és rokonság feltételezése vetette fel az élettudományban a fokozatos fejlődés, az evolúció tana alapján a földi élet eredetének kérdését. A múlt század materialista természetbölcselete ezt a kérdést tudományosan megfejthetőnek tartotta, annival is inkább, mert a fiziológiai kutatás az élet titkának megfejtését a sejtprotoplazma vegyi szerkezetének, az élő fehérjemolekulának megismerésétől remélte. B hiedelem alapján alakult ki az a feltevés, hogy élettelen anyagok maguktól összeálltak az élő állomány «szintézise» céljából vagy véletlenül jött létre közöttük a bonyolult szerves vegyi kapcsolat, amelyből az élőlények ősi alakjai életre keltek. Ez ötlet által az élet problémája fizika és kémia módszereivel kimerítően értelmezhetőnek és matematikailag kifejezhetőnek látszott.

Az élet eredetének, az élőlények keletkezésének kutatásában a biológia teljességgel nélkülözi a tudományos alapot. A képzelet birodalmába tartozik, amit e téren kigondoltak, de a hiedelmek megismerése világot vet az élettudományban a származástani elméletek és sejttani ismereteink közt fennálló ellentétekre.

Arról van szó, hogy a sejttani, fejlődéstani és származástani kutatás tényei alapján fenntartsuk-e a tételt, hogy élő csak élőből, sejt csak sejtből származhat vagy feltételezzük-e az ősnemzésnek, élőlények anyagi eredetének tudományosan megcáfolt lehetőségét.

A probléma latolgatásában földtani, geofizikai és geo-kémiai, őslénytani, származástani és bakteriológiai, sőt csillagászati megismerésekre támaszkodunk.

Lehet-e élet a földön kívül is? Giordano Bruno úgy vélte, hogy igen. Ujabbán spektrálanalízissel kiderítették, hogy a Nap és a rendszeréhez tartozó bolygók anyaga a földéhez hasonló. A Mars körül vízgőz jelenlétét mutatták ki, sőt megállapították, hogy a hőmérséklet — 15 és — 30 ° között ingadozik. Naprendszerünk másik bolygója, amelyen az élet lehetősége nem zárható ki, a Venus. Többi égi szomszédunk oly meleg — asztrofizikai számítások szerint többszáz, sőt 3000 fokos — hogy rajtuk élet nem képzelhető el.

A földön egyesek szerint ezer, mások szerint kétezer » millió év előtt alakultak ki a viszonyok, amelyek közt az élet lehetővé vált, mert annakelőtte a föld felszíne folyékonyan izzó tenger, a tűz fényes birodalma, piro- és fotoszférája volt. A kőzetek litoszférája csak olvadási pontúkon alul levő hőmérsékleten alakulhatott ki. Lassankint az «astralis» állapotból a «planetaris» állapot, majd további lehűlés miatt a vízgőzök lecsapódásával a hidroszféra és a levegőréteg, az atmoszféra képződött. A három geoszféra érintkezésében és anyagi kölcsönhatásában a bioszféra, az élettér alakult ki.

A földkéreg lerakódásai, geológiai átalakulásai, eltolódásai és gyűrődései folyamán a föld felszínén 9—10,000 méteres tengermélység és hegymagasság, mintegy 18—20,000 méter végletében váltakozó egyenetlenség származott. A földtani és őslénytani kutatások adatait egybevetve, mintegy ötszázmillió év előtről származnak az élőlényeknek a föld rétegeiben megőrzött fosszilis történelmi bizonyítékai, míg oly kőzetek keletkezése, amelyeket csak szerves élet termelhetett, még sokkal régebbi időkbe nyúlik vissza. Az ember titokzatos megjelenését a földön a földtan, az őslénytán és a származástán adatai szerint csak 300,000 év előtt levő időpontra tehetjük, midőn a jégkorszakban már az összes ma élő szervezetek éltek a világon és formáik azóta nem változtak.

Miként indult meg az élet folyamata, miként ala-

kult ki az élő szervezet a földi élet lehetőségeinek adott-
ságával?

A vallásos hit szerint az élőlények is a teremtés isteni művei. Linné is ezen az alapon állott, midőn a fajok állandóságát hirdette. Claude Bemard az élőlények szervezetének teremtményszerű jellegét hangsúlyozta. A részletes teremtés helyett a fokozatos fejlődés lassú kialakulásában látta a fajok keletkezésének és változásának isteni művét Darwin Erasmus, Darwin Károly nagyapja.

Tudományos színezetű hiedelmek szerint a földi élet az életnek a világűrből a földre jutó csírái által termékenyült meg vagy meteorok közvetítésével más égitestekről származott a földre. A legkevésbé sem valószínű feltevés csak a földi élet eredetére vonatkozik, míg az élet eredetének általános kérdését nem is érinti.

Érdekes és szép, de tudományos nézőpontból értéktelen Preyer merészen csapongó elképzelése, hogy a föld már tüzesen izzó állapotában az egész világegyetemben uralkodó kozmikus élet részese volt és utólag választotta ki magából az élettelen anyagot. A föld élete kezdetben tüzes állagának forrongásában rejlett, amely ma is él a föld izzó belsejében, amelyet kihűlt földréteg elhalt burka vesz körül. Tudjuk, hogy a föld hőmérséklete belseje felé 33 méterenkint egy fokkal emelkedik, tehát már 66 kilométernyire 2000° a hőmérséklet, ahol a felszínen megmerevedett ércék folyékony állapotban vannak. Preyer szerint a földfelület dermedt megmerevedése a kezdetben izzó, fénylő, vaspárát lehelő, folyó ércet vérző és tüzes mennykővet emésztő földszervezet halálmerevsége.

Ugyancsak nélkülözik a tudományos alapot azok a feltevések, amelyek az öröktől fogva létező élet csíráit a világűrben keringő láthatatlan elemi életrészecskékben keresik és biogennek nevezik. Sugárnyomás hajtotta fényhullámok ölen juthattak a földre, ahol időtlen időkig lapangó életük szervezetek alakítására kedvező feltételek közt kibontakozhatott.

A földi élet keletkezését nem biogenezis által, nem élő-től, hanem «abiogenezis» útján, élettelen anyagtól származtatja az ősnemzés (archigonia, generatio spontanea vagy

aequivoca) tana. Még Aristoteles is hódolt a nép körében ma is elterjedt nézetnek, hogy alacsonyrendű szervezetek, sőt magasabbrendűek is élettelen életközegükből kelhetnek életre. Iszaból férgek, rovarok, békák, sőt halak, rothadó anyagokból, szemétből legyek, korpából patkányok teremnének, amaz elgondolás alapján, hogy ha a szervezet halála után élettelen anyaggá bomlik, ilyenből keletkezhetik is. A magasabbrendű szervezetekre nézve a tudósok régen szakítottak e felfogással, de a legkisebb élőlényekre nézve sokáig fennállott és csak Pasteur meggyőző kísérletei irtották ki végleg az élettudományból a múlt században e tanokat, amelyekben az élet első keletkezésének távoli múltjára vonatkozólag csak egyes ultramaterialista fiziológusok keresnek menedéket az élet anyagi mivoltának értelmezése számára.

Előzőleg már a XVII. században Redi firenzei költő, orvos és régész szellemes kísérletekkel kimutatta, hogy légyálcák csak akkor jelennek meg a rothadó húson, ha azt a légy előzőleg bepetétzte. Bőszájú üvegekbe húst helyezett, egyik üveget nyitva hagyta, a másikat finom fátyollal borította le, a harmadikat bedugaszolta és lepecsételte. Természetesen csak az első üvegben fejlődtek légyálcák. Később kimutatták, hogy a bolha és tetű is csak bolhától és tetűtől, nem pedig magából a piszokból származik.

A szabad szemmel nem látható szervezetekre vonatkozólag azonban továbbra is fennmaradt a hiedelem, hogy ősnemzés útján származnak. Már Leeuwenhoek megfigyelte, hogy a szénára és más anyagokra öntött víz, az «infuzum», eleinte tiszta, rövid idő múlva megzavarosodik és benne mikroszkóppal nyüzsgő, «infuzóriumoknak» nevezett élőlények tömege látható, amelyekről azt hitték, hogy csak ősnemzés útján származhattak.

Az angol Needham, Buffon munkatársa, húslevest főzött fel üvegben és légmentesen elzárta. Néhány nap múlva így is élőlények hemzsegték benne, ami az ősnemzésbe vetett hitet erősítette meg, miután nem gondoltak arra, hogy már az üres üveg tartalmazhatta azokat.

Spallanzani, ez a rendkívül ügyes kísérletező, akinek

más téren is sokat köszön a biológia, az üvegben felforralt infuzumot főzés után csak lazán dugaszolta be és kimutatta, hogy a víz felfőzése önmagában nem akadályozza meg a mikroszkópos élőlények megjelenését. További kísérletekkel azt bizonyította, hogy, ha tökéletesen elzárt üvegben lévő folyadékot kellő ideig forró vízben tartott, abban bármily hosszú idő után sem lépnek fel élőlények. Ez alapon fedezte fel Appert francia szakács a gyümölcs befőzésének módszerét.

Akik ezek után is ragaszkodtak az ősnemzés tanához, e kísérleteket úgy magyarázták, hogy az élőlények csak azért nem szaporodtak el a folyadékban, mert a felfőzés által az üvegben lévő levegő vált életükre alkalmatlanná.

Schwann, az állati sejtek felfedezője, e tekintetben is nagy felfedezés nyomára jutott. Határozottan tagadta az ősnemzés lehetőségét, kimutatta, hogy a felhevített levegő teljesen alkalmas az élőlények számára, az erjedést és rothadást élő szervezetek behatásának tulajdonította, az élesztőben növényi jellegű élőlények tömegét figyelte meg, amelyek a cukor erjedésének a feltételei.

Pasteur Louis mint vegyész került kapcsolatba az erjedés problémájával. A tej savas erjedés baktériumát felfedezve, érdeklődése a betegségek kórokozóinak tanulmányozása felé fordult s bebizonyította, hogy a rothadás, az erjedés élőlények műve, amelyek a levegőből származnak.

Semmelweis már 1847-ben felfedezte, hogy a gyermekágyi lázat a szervezetbe jutott rothadó anyag fertőzése okozza. Pasteur 14 évvel később mutatta ki minden kétséget kizáróan, hogy a levegővel is bejuthatnak élő szervezetek csírái a táptalajba, és hogyha minden óvintézkedés megtörténik a táptalajban már jelenlévő élőlények elpusztítására, újabb fertőzés távoltartására, akkor nincs erjedés, sem rothadás és a mikroorganizmusok sem jelennek meg. Ezzel az ősnemzés tana végérvényesen megdőlt és az orvostudománynak új kóroktani korszakába vezető utak nyíltak a biológiai kutatás számára.

Bassi kimutatta, hogy növényi élőlény lehet állatok fertőzésének oka. Davaine a lépfene kórokozóját a beteg állatok vérében találta meg. Pasteur, Cohn és Koch alap-

vető munkái révén kialakult a bakteriológia nagy tudománya, amelyet a szervezet ellenhatásainak tanulmányozásával az immunitástan követett és a betegség problémája a biológia körébe került.

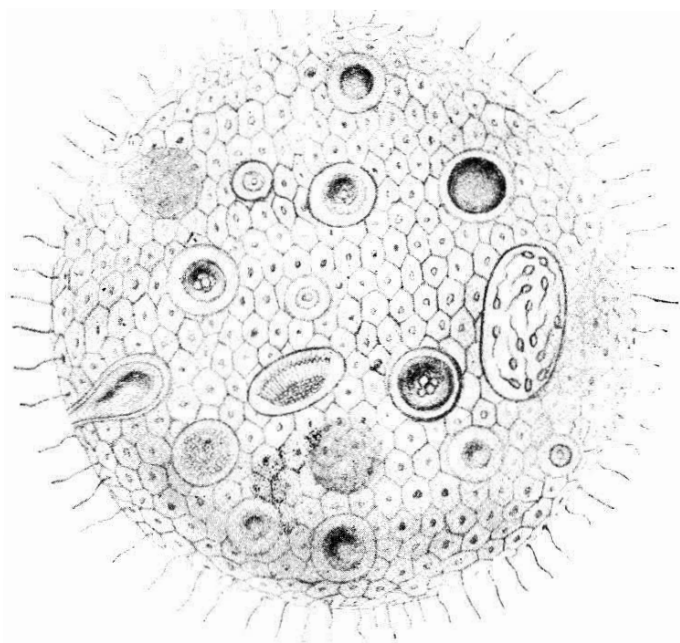
Már a középkorban sejtették, hogy a lázzal járó fertőző betegségeket láthatatlan csírák okozzák. E kórokozók egy részét, mint élőlényeket a mikroszkóp segítségével sikerült felismerni. Vannak azonban fertőző betegségek, amelyeknek kórokozói oly kicsinyek, hogy mikroszkóppal sem láthatók és a legfinomabb szűrőkön is áthatolnak. E kórtani megismerés alapján a mikroszkópos kicsinségű élőlények világán kívül az azoknál is kisebb élőlények létezésére következtethetünk.

Az ősnemzés lehetőségének kizárásával az élettudomány az élet első keletkezésének dolgában teljes tudatlanságban van. Egy híres biológus mondta, hogy az ősnemzés tagadása annyi, mint a csoda hirdetése. Virchow megjegyezte, hogy ha a kérdést élére állítjuk, a teremtés feltételezéséhez kell visszatérnünk.

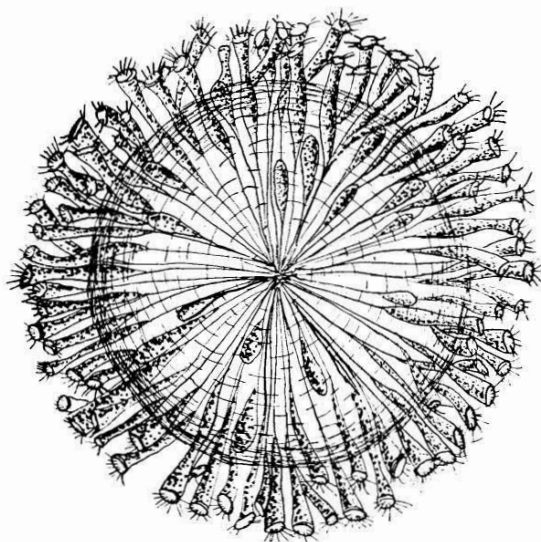
A különböző élőlények sokasága tarka keveredtségében és egymásra utaltságában népesíti be a földet és a vizeket. A vízi élet a tenger tízkilométeres, a földi élet a talajnak csak néhány méteres mélységéig terjed. Az élet lehetőségei a meleg, buja trópusi égöv alatt a legkedvezőbbek és a legnagyobb számú szervezetnek nyújtanak megélhetést, míg az örök hó sarki birodalma növényekben és állatokban rendkívül szegény.

A természet egységében az élőlények egymás között és az élettelen természettel a kölcsönös vonatkozások bonyolult rendszerében léteznek. Az ugyanazon helyen élő növények, állatok és emberek életközösségében bizonyos egyensúly és összhang áll fenn. Az összes élőlények táplálkozásukban, szaporodásukban egymásra vannak utalva. A természet körforgásában és anyagcseréjében nagyban játszódnak le az életfolyamatok, az élő szervezetben kicsiben nyilvánulnak meg. Schelling ezért univerzális organizmusnak nevezte a világot.

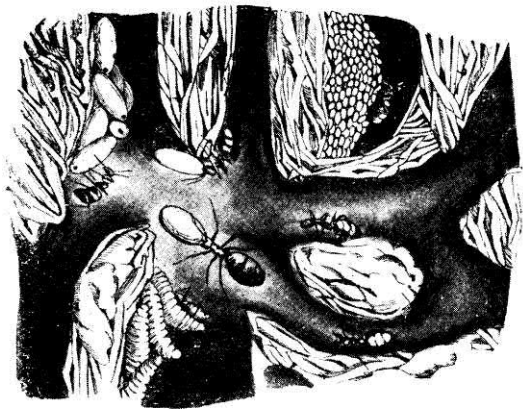
Az élőlényekre a világegyetem jelenségei, a csillagok járása, az évszakok változása, a nappal és az éjjel válta-



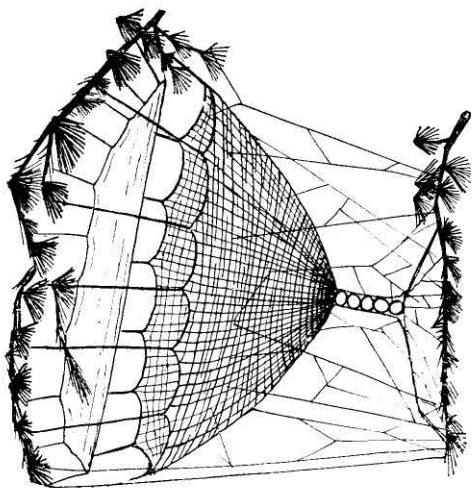
Volvox aureus. (Kent nyomán.)



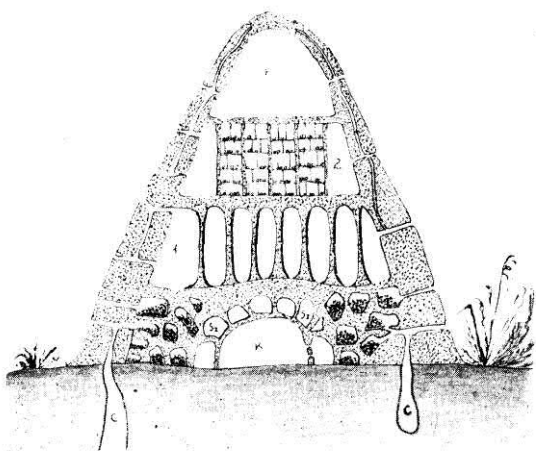
Ophrydium kolonia. (Klein nyomán.)



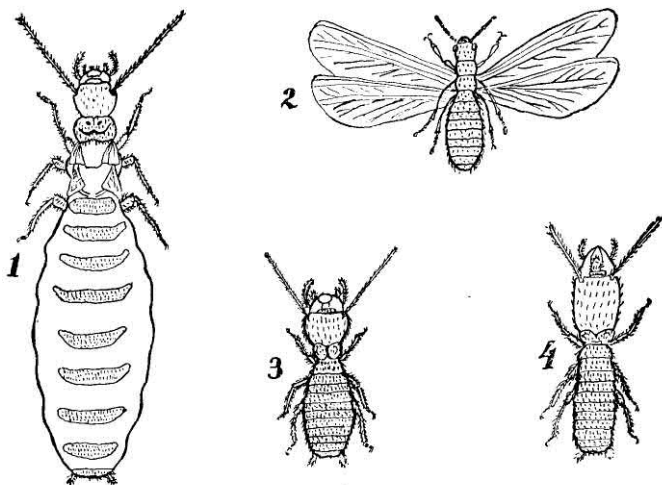
Hangyaéptmény.



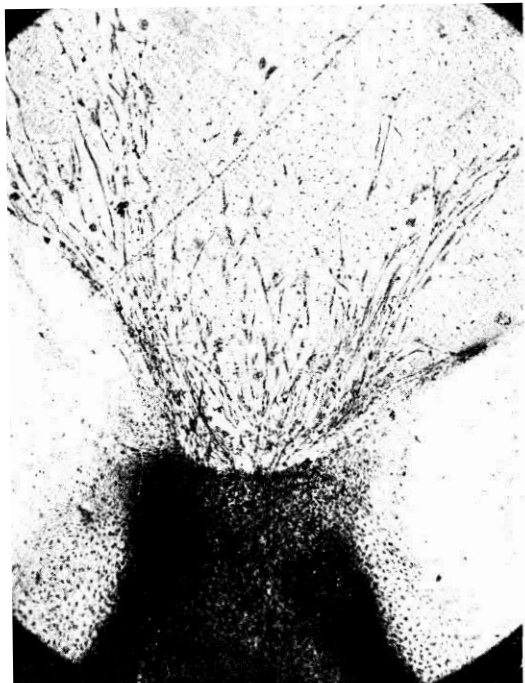
Az *Epeira basileia* pök kupola-
alakú hálója.



A *Termes bellicosus* építménye. *P* a padlás, *1* levegőkamra szellőztetővel, *2* nevelő, *K* királynői páholy, *Sz* a szolgálok helyiségei *c* katakombák. (Perrier nyomán).



A termes táplálkozástól függő változása. *1* királynő, *2* hím, *3* és *4* katonák. (Lespes nyomán, Woltreck után).



A szövettenyészet organizációja. (Huzella).

kozása, a tenger apálya és dagálya befolyással vannak és összhangban állanak a szervezetben lejátszódó folyamatok szabályos időszakosságával. Az ébrenlét és az alvás, a tevékenység és a nyugalom, a nemiélet periódusai, a mirigyek elválasztása, a szívverés és a lélegzés, a test hőmérsékletének normális és lázas ingadozásai, a fák évgyűrűinek váltakozása, a virágok kinyílása és összecsukódása, madarak vándorlása, a vedlés, a szarvas agancsának lelkődése és újraképződése, a növények, az állatok és az ember életében uralkodó ritmusos jelenségek mind-mind a világegyetemben uralkodó időszakosság általános törvényszerűségét tükrözik.

Az élőlények együttélésében és a környezetükkel fennálló kölcsönhatásaikban folytonos adás-vétel és alkalmazkodás nyilvánul meg.

Az élettelen anyag állandóan átáramlik a szervezeten, időlegesen a szervezet felépítésére szolgál, majd ismét az élettelen természetben rakódik le. A víz nemcsak a földből fakadó forrásokból, az égből hulló esőből gyülemlik fel, és ömlik patakokon, folyókon és folyamokon át a tengerbe, válik párává, köddé és felhővé, hanem a szervezeteken keresztül is átáramlik, abban elemeire bomlik vagy feloldja magában a tápláló anyagot, szállítja a sejtekhez, kering a vérben, a test nedveiben, gőzzé válik, amelyet a Nap energiája a légkörbe emel s ott megtisztulva, energiával telődve újból a földre száll vissza.

A földi élet körforgását a napsugár indítja meg. A napsugár fényhatása alatt a zöld növény a légkör szén-savának felhasználásával alakítja át a földből felvett szerves anyagot szerves anyaggá, keményítővé. Az állati szervezet, sőt már a növényzöldet nélkülöző növények is szerves táplálékra szorulnak és ekként az állatvilág és az ember táplálkozásában a növényekre szorul, a húsevő állatok a növényevők közvetítésével. A növényvilág nélkül az állatok világa nem létezhetnék. Az élőlényeknek az élettelen, szerves anyaggal fennálló állandó anyagcseréjében az élet folyamán szervült anyag felhalmozódik a szervezetek halála után az élettelen természetben s befolyásolja a földfelület alakulatát és anyagi összetételét. Az anyagcsere

végző termékei és a holttestek feloszlásából származó anyagok baktériumok behatására szénsavra és szervetlen anyagokra bomlanak vagy mint szerves anyagok raktározódnak a földön. A szén, az ásványolaj, a bitumen, a tőzeg, a mész, a foszforvegyületek növényi és állati szervezetek élettevékenységének termékei. A napsugár energiája szunyad bennük és szabadul fel belőlük a fűtőanyagok melegében, a gépek üzemében, a villany fényében és hajtóerejében. A földkéreg ásványi anyagának tekintélyes része élőlények maradványa, amely a kőzetek olykor igen széles rétegében helyezkedik el. A korallok termelte anyag többszázméteres rétegeiből a tengerben hatalmas szirtek és szigetek emelkednek ki.

Az élettudomány az élet jelenségeinek kutatásában a sejteket és szervezeteket nemcsak elkülönítve, hanem környezetükkel fennálló vonatkozásaiban is vizsgálja, amint a természet rendjébe és időszakosságába beleilleszkednek.

A SEJT ÉLETE.

A sejt, mint az élet elemi egysége, az összes élőlényekre jellemző általános élet jelenségeket egyesíti magában. Az anyagcsere, a mozgás, a növekedés, az ingerlékenység és a szaporodás minden sejt közös tulajdonsága. Minden sejt, akár a véglények egyedülálló sejtegysége, akár a növények, vagy az állatok egyes sejtje, a szervezethez az élőlényekre jellemző sajátosságát tünteti fel. A sejt egységéből indul ki a szervezetek szaporodása, fejlődése, a sejt rejti magában az öröklés és a származás titkait, a sejt ismeretéből indulnak ki a véglények tana, a növénytan és az állattan, a fejlődéstan, az örökléstan és a szövettan. Napjainkban az egész élettudomány a sejttan uralma alatt áll. A sejttan átfogó biológiai nézőpontból egyesíti a sejtiáralakjára, nagyságára, szerkezetére, anyagi összetételére és működéseire vonatkozó ismereteket, felfedezi a hasonlóságokat és különbségeket a véglények, növények és állatok egyes sejtjei között. A sejttan újabbban a szövettanyésztésnek, a mikrooperációnak, az élősejtek festésének és a mikrokínematográfiának alkalmazásával az élettudomány legnehezebb problémáinak kutatására alkalmas. Különösen termékenynek bizonyult valamely probléma kutatásában a sejttan régebbi leíró és újabb kísérleti módszereinek párhuzamos alkalmazása.

szerkezetének vizsgálatában sokáig főleg a leíró sejttan és szövettan festési módszereit alkalmazták. Vegyszerekkel, rögzítő anyagokkal megölt és megalvasztott sejtek magját és más elemeit különböző színben lehet ilyenformán feltüntetni és megkülönböztetni. Nagy jelentő-

ségük van e módszereknek a baktériumok felismerésében is. Kizárólagos alkalmazásuk azonban elterelte a figyelmet az élő sejtekben észlelhető jelenségekről. Ezeket csak a kísérleti sejtten új módszereivel tanulmányozhatjuk. E módszerek alkalmazása új megvilágításba helyezi a sejtekről alkotott fogalmainkat és a jelenségek mesterséges előidézésére képesít.

A mikromanipulátornak nevezett készülék segítségével rendkívül finom hegyű üvegtűkkel és pipettákkal a mikroszkóp alatt behatolhatunk a sejt belsejébe. Meggyőződhetünk a sejtalkotórészek fizikai tulajdonságairól, különböző ingereket alkalmazhatunk, valósággal műtétet hajthatunk végre a sejteken és ezeket közben a mikroszkóp legnagyobb nagyításaival figyeljük.

A szövettanyészet módszereivel — ezt a budapesti egyetemen nemrég díszdoktorrá avatott Harrison amerikai tudós fedezte fel és különösen Carrel tökéletesítette, — a szervezetből elkülönített apró szövettöredék sejtjeinek életét figyelhetjük meg üveg alatt a mikroszkóppal. Az úgynevezett vitális festéssel élő sejtek egyes elemeit színezett állapotban vizsgálhatjuk. A mikroszkópia új módszereivel megvilágíthatjuk a szervezet kötelékében meghagyott sejteket és figyelhetjük működésüket. A mikroszkópos mozgófényképezéssel nemcsak a sejtélet természetes gyorsasággal lefolyó jelenségeit láthatjuk és örökíthetjük meg. A túlsebesen végbemenő jelenségek lefolyását mesterségesen gyorsított felvétel fogásával, a túl lassú életfolyamatokat pedig mesterségesen lassított felvétellel tehetjük érzékelhetővé a vetítés számára. Ekként legújabbban teljesen átalakultak fogalmaink a sejtéletéről, amelyre eddig pusztán a természetes mivoltukból teljesen kivetkőzött és festett, merev, sokszor csalóka szövetképek megfigyeléséből következtettünk.

A sejtten széles, tudományos látókörű és magas általános biológiai műveltségű megalapítói, mint például Schwann, felfogásában a sejt alakja és szerkezete a sejt működésével egységesen domborodott ki. A későbbi részletkutatás szakszerűségében majd egy évszázadon át kizárólag a sejt alaki sajátágaival foglalkoztak. A sejt

fiziológiája háttérbe szorult és a sejttan éppúgy, mint a szövettan csupán egyoldalú, leíró mikroszkópos anatómiává vált, a holt merev formákban élte ki magát. Csak az utóbbi években született újjá, a morfológiai és fiziológiai nézőpontok biológiai egységében mint kísérleti tudomány, hogy a sejt életét egyéni megnyilvánulásaiban és a környezet vonatkozásaiban a tér és az idő viszonylatában kutassa. Eddig egyoldalú anatómiai nézőpontból a halott sejthalak és szerkezet merev statikai viszonyait vették számba, ma í az élő sejt dinamikáját tanulmányozzuk. A sejt anyagának, vegyi összetételének és fizikai tulajdonságainak megismerését a kialakuláshoz és a működéshez viszonyítva a sejtegyén és a szervezet sejtközösségének vonatkozásaiban szemléljük. A sejthalaktan és a sejtlektan eredményeinek egymásraveztetésével s a korszerű kolloidkémiai ismeretek értékesítésével a sejttan az élettudomány központi alaptudománya lett és képes a legkülönbözőbb alakítani, élettani és kórtani problémák megoldására, vagy jelentős haladásuk előmozdítására.

Mielőtt az összetett szervezet általános élet jelenségeivel, a növényi- és az állati élet különbségeivel, a szerveződés, szaporodás, a növekedés, a fejlődés és az öröklés kérdéseivel foglalkozhatnánk, mindezen jelenségek általános sejttani alapjaival kell megismerkednünk.

A sejtet először növényeken fedezték fel. A növényi sejt alkalmasabb, könnyebben hozzáférhető, élő mivoltában is jobban tanulmányozható, — már egyes növényi sejtek nagyságánál fogva is — mint az állati sejt. A sejt — cellula — elnevezés is, mely kamrácskát jelent, tulajdonképpen a növényi sejtre vonatkozik. Sejtszerű szilárd fala van, folyékonyabb belső tartalommal, míg az állati sejt legtöbbször egynemű, kocsonyás állagát legfeljebb igen finom hártya veszi körül.

A sejtek alakja igen különböző. A növényi sejtét a szilárd sejtfal rendszerint hosszúkás hasábalakja szabja meg. Állati sejtek, — ha a testnedvekben szabadon élnek, mint a vérsejtek — gömb- vagy tojásdad alakúak, lazább összefüggésükben orsószerűek, vagy változó nyúlványukba kiágazódó alakot öltenek, szoros kötélékükben

pedig ellapultak, köb- vagy hasábalakúak. Az egysejtű szervezet, ha merev burokkal, vagy vázrendszerrel nem bír, mint az amőba, nyugalmi állapotban gömbalakú, mozgás közben pedig gyökérszerű nyúlványokat bocsát ki magából. Ha vázrendszerrel bír, a legkülönbözőbb, állandó, többnyire részarányos alakot ölt.

A sejt nagysága is rendkívül változó. A legtöbb sejt szabad szemmel nem látható, egyes növényi sejtek és az 1—2 tizedmilliméternyi emberi petesejt még éppen láthatók. Az állati izomrostokká, vagy növényi hánccsrostokká alakult sejtek akár több centiméter hosszúak is lehetnek. A csúszómászók és madarak tojásai — mint a strucctojás is — csak egy sejtnek felelnek meg tekintélyes nagyságukban. A legtöbb sejt mikroszkópos kiterjedésű, de sokszor oly kicsi, hogy mikroszkóppal sem látható. Egyes növény- és állatfajok szerint is különbözik a sejtek nagysága, de a szervezet és sejtjeinek nagysága között nem mutatható ki szabályszerű összefüggés.

A legtöbb sejtet többé-kevésbé a növényekben leginkább kifejezett sejthártya veszi körül, mely állati sejteken láthatatlanul vékony lehet.

A sejt a sejttestet képező citoplazma állományából, az abban elhelyezkedő sejtmagból, a sejtközpontból és a kevésbé állandó, a sejtféleségek szerint különböző jellegzetes vagy járulékos alapelemekből áll.

A sejttest növényekben folyékonyabb, állatokban félfolyékony, kocsonyaszerű anyagból áll, amely egynemű vagy szemcsés, fonalas, szivacsos, illetőleg habos szerkezetű. Az állati sejtekben a citoplazma többnyire teljesen kitölti a sejtet, növényi sejtekben csak kezdetben, fiatal sejtekben, később mind nagyobb üregek képződnek benne, amelyek összefolyásával a citoplazma huzalok alakjában feszül ki, vagy a maggal együtt a sejtfal mentén terül el. Ha a sejtállomány egészen eltűnik, a növényi sejtfalak csak támasztó szerepet játszanak, vagy nedveket szállító csövekké alakulnak át.

A sejtmag (nucleus, karyon) többnyire a sejt központjában fekvő, gömbölyű vagy szabálytalan alakú, jól elhatárolt test, amely olykor kimutatható maghártyával van

körülvéve. Állományát a citoplazmától karioplazma néven különböztetjük meg. A sejtmag rögzített sejtekben különleges magfestőszerekkel tüntethető fel, A bíbortetűből készült karminnal piros, a haematoxylinnal ibolyaszínben és egyes anilinfestékekkel különböző színekben festődik meg, a mag különleges állománya rögök alakjában. Ezt az állományt ezért chromatinnak nevezték el. Élősejteken e rögök nem mutathatók ki, amiért sokan csak a meg-alvadaskor vegyi behatásra létrejövő műtermékeknek tekintik azokat.

A sejt oszlásával kapcsolatosan a sejtmag állományából ugyancsak erősen festődő testek, az úgynevezett kromoszómák alakulnak ki. Ezekről a sejtoszlással kapcsolatban lesz bővebben szó. A magban savanyú vegyhatású, élénken festődő apró magocskát, nucleolust is találunk, amelynek szerepe tisztázatlan. A sejtmag és a sejtest nagysága között a «mag-plazmareláció» szabályos vonatkozása áll fenn. A sejtmag nem mindig található elkülönülve a sejtben, olykor szétszórtan, a citoplazmában feloldódva találjuk, vagy állandóan ki sem mutathatjuk, mint a baktériumokban.

A sejtmag általában a sejt nélkülözhetetlen alkatrésze, amit az is bizonyít, hogy ha infuzóriumokat ledarabolunk, azoknak mindig oly kicsiny részlete, amely a magot tartalmazza, életben marad és kiegészül, míg a magnélküli részlet menthetetlenül elpusztul. A vérben keringő vörös véresejtjeink sem tartalmazznak, már magot, ezért nem tekinthetők élő sejteknek, noha a gázcsereben fontos szerepet töltenek be. A sejtmag és különösen a szaporodás és öröklés nézőpontjából oly fontos kromoszómák kutatásával külön tudomány, a karyologia foglalkozik.

Különböző sejtekben állandóan vagy a sejtműködés bizonyos szakaszaiban különféle alakulatokat is találunk. Ilyenek az úgynevezett Golgi-féle apparátus, vagy trophospongium hálózatos rendszere, a vacuolák rendszere, az önállóan oszló fonalszerű chondriomák, chondriosomák, vagy mitochondriumok. Ezeket különleges festési eljárásokkal, de az élő sejtben sötétlátóterez megfigyeléssel is kimutathatjuk és mozgófényképpel is szemléltethetjük.

Jelentőségük ismeretlen. A sejtekben ezenfelül anyagcseréjük átmeneti termékeként különböző anyagok, zsírszemcsék, kristályok jelenhetnek meg. A növényi sejtekben nagy szerepet játszanak a plastidák, vagy plasták, a citoplazmában levő testecskék, amelyek között legfontosabbak a kloroplasták, szintestecskék, amelyek a fény hatására szénsavból és vízből szénhidrátot képező klorofilt, azaz levélzöldet tartalmaznak. Ezenkívül szintelen, keményítőképző leukoplasta-, a virágok sejtjeiben lévő piros és sárga kromoplasta-szemcsék jellemzők a növényi sejtekre. Különösen alacsony rendű növények körében előfordul, hogy a megosztatlan testen belül igen nagy számú mag található, de az állati szervezetben is találunk több maggal bíró úgynevezett óriássejteket. Ez a sejtelmélet általános érvényesítésében bizonyos nehézséget okoz az «energid» fogalmához vezetett, amelyen egy sejtmagot a hozzátartozó plazmarészlettel kell érteni.

A sejttanban a legnehezebb kérdés a protoplazma fogalmának értelmezése. A protoplazmát tekintik az élőlények szervezetére jellemző ama különleges állománynak, amelyhez az élet kötve van, amely az élet fizikai alapja és az összes élőlényekben azonos természetű anyag. Közhellyé vált, hogy maga a protoplazma pusztán anyagi összetétele, vegyi szerkezete alapján él, élő anyag, élő szubsztancia, élő massa, élő állomány. A protoplazma fizikai-kémiai meghatározásával maga a sejt is tisztán anyagias értelmet kapott. A sejt individualitásának, szerkezeti, működéses életegységének biológiai fogalma is elmosódott és beolvadt a protoplazma fogalmába, amelyet a sejttevékenység anyagi termékeire, a sejtközötti állományra és a szövetek rostjaira is kiterjesztettek, mindezeket a szervezet protoplazmafolytonosságában élő anyagnak minősítve. Ezzel a sejtelmélet múltó válságát idézték fel, amíg a kísérleti sejt-tani és szövettani kutatás eredményei és a biológiai gondolkodás logikája a fogalmakat nem tisztázták.

A biológia elsőrendű problémája, hogy az összes élőlények sejtjeiben foglalt, az élet fogalmához kötött protoplazmának anyagi sajátosságát megismerje és a sejt individuális életegységével vonatkozásban, az élet-

nek az anyagon fölülálló fogalmához viszonyítva értelmezze.

Mit tudunk a protoplazma anyagi tulajdonságairól? Fizikai állapotának, tulajdonságainak, vegyi szerkezetének tanulmányozásával különösen a kolloidkémiail ismertek segítségével kísérleti módszerekkel is dolgozó új tudományág, a protoplazmakutatás foglalkozik behatóan és igen eredményesen.

Az élősejt protoplazmája áttetsző, nyákszerű anyag, amelynek vegyi összetétele a különböző szervezetek különböző sejtjeiben korántsem azonos, amint régebben gondolták, hanem igen változó. Általában a természetben előforduló 93 ismert elem közül a szerves anyag felépítésében csak io—12 szerepel. Az oxigén, hidrogén, szén, nitrogén, kén, foszfor, kálium, vas és magnézium tudomásunk szerint minden szervezetben kimutatható. Magasabbrendű növények kalciumot, állatok nátriumot és klórt is tartalmaznak. Ezeken kívül a fluor, bróm, jód, magnézium, alumínium és még néhány elem csak egyes növény- vagy állatfajok protoplazmájának anyagában fordul elő. Kizárólag az élő szervezetben előforduló elemet nem ismerünk. Az anyagnak ez elemei a szervezetben az oxigén kivételével sohasem önállóan, hanem részben szervetlen, a szervezeten kívül is létező, részben pedig szerves vegyületek alakjában vannak jelen, amilyenek csak élő szervezetekben képződnek és a természetben is csak élő szervezetek maradványa vagy terméke gyanánt találhatók,

A szervezet szervetlen anyagához tartoznak a víz, a sók és a gázok, amelyek aránylag egyszerű vegyi szerkezetűek, molekuláik kicsinyek, kevés atomból állanak.

A víz mint a szervetlen és szerves anyagok oldószere és mint a vegyi folyamatok közege játszik nagy szerepet a szervezetben. Általában 50—70 százalék a szervezet víztartalma. Egyes, tengerben élő lágy testű állatoké 90 százalék. A szervezetben csak az oldott anyagok fejtik ki hatásukat. Régi orvosi nézet, hogy a gyógyszerek is csak akkor hatnak, ha feloldódnak a szervezetben. A víz nagyrészt kívülről a táplálékkal jut a szervezetbe, a talajból a növényekbe, de az anyagcsere termékeinek oxidá-

ciója útján magában a szervezetben is képződik a legtöbb vegyi reakció folyamán. A sejteket is víz veszi körül. A szárazföldön élő növények és állatok sejtjei is tulajdonképpen az ősi tengeri élet körülményei között élnek a test és szövetnedvekben, a vizet visszatartó, a párolgást csökkentő külső rétegek által szinte hermetikusan elzárva. Jellemző erre a következő: a magasabbrendű szárazföldi állatok vérében a sók azonos összetételben, de négyszerte kisebb töménységben fordulnak elő, mint a tengervízben, illetőleg a tengeri állatoknak azzal egyenlő töménységű testnedveiben. E tény magyarázatára az a szellemes feltevés alakult ki, hogy a régi korszakokban, amikor egyes állatok a szárazföldi életmódra tértek át, a tengervíz sótartalma még kisebb volt és azóta a folyók hordalékának sómennyiségével és a folytonos párolgás folytán növekedett.

A szervezetben előforduló sók, amelyek az elégett szervezet hamujában mutathatók ki, megegyeznek a tengervízben, alacsony töménységben az édesvízben is található sókkal. A sók fontosságát bizonyítja az is, hogy a sómentes pároltvíz a sejtekre mérgező, sőt ha a sóösszetétel egyébként megfelelő töménység mellett hiányos, egyes sók túlsúlya is mérgező a szervezetre. Az egyes sók egymást kölcsönösen méregtelenítik, egymás ellenszerei. A sók a protoplazmában, különösen a növényi sejtekben a magasabb szerves vegyületek szintézisében szolgáltatják a nyersanyagot, amelyből az «élet kohójában» a szervezet felépül. A sók által a szervezet nedvei és képződményei elektromos vezetőképességet kapnak. A sók különvált ionjaik által a savanyú és a lúgos vegyhatás tényezői is.

A gázok közül a szabad oxigén, szénsav és ammónia a legfontosabbak a sejt anyagcseréjében.

A protoplazma szerves alkotórészei a szénnek leginkább hidrogénnel és más elemmel képzett vegyületei, amelyeknek nagy molekulái többszáz, sőt ezer atomot is tartalmaznak. A szénvegyületeket anyagi tulajdonságaik alapján a szénhidrátok, a zsírok és fehérjék csoportjaiba osztályozzák.

A szénhidrátok, mint a cukor, a keményítő csak három

elemet, szenet, hidrogént és oxigént tartalmaznak, midőn a hidrogén és oxigén atomjainak aránya olyan, mint a vízben. A zöld növény fotoszintézisében szénsavból és vízből jönnek létre az egyszerű, vízben oldható szénhidrátok, mint a nádcukor, és bonyolultabb vegyi szerkezetű, vízben nehezen, vagy egyáltalán nem oldódó cukorféleségek, a keményítő, a cellulózé főleg a növényekben, a glikogén az állati szervezetben.

A zsírok alkoholok és savak egyesüléséből származnak; a protoplazmában lipoidok és tartalékanyagok alakjában szerepelnek. A glicerín és zsírsavak egyesüléséből a valódi zsírok keletkeznek, úgyszintén a növényi olaj és vaj is. Vízben oldhatatlanok. A zsírok csoportjába tartozik a viasz is.

A fehérjeanyagok a protoplazma legjellegzetesebb és legbonyolultabb szerkezetű vegyületei, a szénen, hidrogénnel és oxigénnel kívül nitrogént és más elemet is tartalmaznak, különösen kén és foszfort. Molekulái az atomok óriási számát tartalmazzák. A tej kazeinjében 20,000 atomot tételeznek fel. A vastartalmú vérfesték, a haemoglobin molekulaszúlyát újabban az életvegyészek 16,690-ben állapították meg. Rendkívül sok molekulából áll a növényzöld, a klorofil is. A protoplazma fehérjéinek összetételében és szerkezetében az egyes fajok és egyének és azok sejtjei szerint is nagy különbségek állanak fenn. A protoplazmára és az élő szervezetre általában jellemző, hogy vegyületei kolloid állapotban vannak. A protoplazma kolloidok változatos és bonyolult keveréke.

Kolloidoknak nevezzük azokat az anyagokat, amelyekben a molekulák anyagi részecskéi nem szabadon, önállóan szerepelnek és oldódnak fel, hanem nagyobb csoportokká, úgynevezett micellumokká, szilárd szemcsékké, parányi gázbuborékokká, vagy folyadékcseppecskékké egyesülve oszlanak meg durvább, vagy finomabb «disperz» módon az úgynevezett intermicelláris közegben. A folyékony közegben megoszló szilárd micellumokat disperzoidnak, a folyékony micellumok megoszlását folyékony közegben emulsoidnak nevezzük. A kolloidrészecskék az ultramikroszkóppal fénylő pontok alakjában állandó, úgynevezett Brown-

féle molekuláris mozgásban láthatók, ugyanamaz optikai elv alapján, amint a különben láthatatlan porszemek a keskeny résen behatóló napsugárban felcsillannak. A kolloidokra jellemző halmazállapotok ingadozása a szilárd és folyékony, a «gel» és a «sol» állapot között, ami különösen vízzel érintkező felszínükön érvényesül, midőn legfinomabb hártvány alakjában sűrűsödések keletkeznek, amelyek a kolloidanyagok fázisrendszerében a felületi erők végtelenül bonyolult játékát eredményezik. A határfelületek különböző anyagokat adszorpció útján magukhoz kötnek, korlátolt áteresztőképességű, úgynevezett semipermiábilis hártványakat alkotnak, amelyeken a vízben oldott anyagok és vegyületek kisebb molekulái diffúzió útján áthatolhatnak. A nagyobb molekulák a sejt protoplazmájában visszatartatnak. Ilyen különböző áteresztőképességű, dializáló, semipermiábilis hártványakat készíthetünk peigamentből, kolloidumból, cellofánból, állati hártványból, — mint a marhahólyag — amelyeket kolloidkémiai vizsgálatokban kiterjedten felhasználunk «dializátor» gyanánt. Elektromos áram átvezetésével siettethetjük a dialízist. A kolloidokra jellemző az óriási vízfelvevőképesség, amellyel a duzzadás jelenségei függenek össze. Az enyv kocsonyájában egy gramm enyv 99 gramm vizet köthet meg a kolloidrészecskék felületén és közéjük ékelődve a térfogat megfelelő megnagyobbodásával, ami közismert jelenség. A kolloidok vízfelvevőképességének csökkenését az öregedéssel hozták kapcsolatba. A protoplazma szerkezetének kérdésében a múltban sok vita folyt. A kolloidkémia kimutatta, hogy a leírt habszerti, fonalas, hálózatos, szemcsés, vagy szivacsos szerkezet tisztán kolloidális állapotváltozások következménye.

A sejt kolloidális rendszer gyanánt való felfogása az elemi élet jelenségek értelmezésében nagy haladást jelentett. Ezzel összefüggően a vegyi folyamatokkal kapcsolatos bioelektromos jelenségekre terelődött a kutatók figyelme. A sejtet mint áramtermelő központot ismerték fel. A sejt-határok felszínén fellépő elektromos jelenségek az élő szervezetet elektromos térhatások bonyolult rendszereként tüntetik fel az energia átalakulások sokaságában. A sejt

életének lényege nem a protoplazma anyagi összetételének bonyolultságában, a szerves vegyületek fizikai és kémiai Sajátosságában rejlik, hanem ezeknek az ingadozó anyagi jelenségeknek pontos szabályozottságában, a végtelenül szövevényes kölcsönhatások rendezett egyensúlyában, amely a folytonos anyagi kicserélődés és energiaátalakulások közepette a szervezet anyagának élő formáját, szerkezetét és működését anyagi összetételében és tevékenységében azonosan fenntartja, szaporodásában az anyagi szerkezet rendszerének legvégső elemi egységéig áthatóan megosztja.

Biológiai nézőpontból tehát semmi alapunk sincs arra, hogy a protoplazmát, vagy annak szerves fehérjevegyületeit a sejt élő részének, élő anyagának tekintsük, és az élet lényegének megismerését a protoplazma vegyi elemzésétől, vagy mesterséges előállításától reméljük. Az élet fogalmához a protoplazma anyagának legpontosabb ismerete alapján sem juthatunk közelebb. A sejtlelet fogalma a protoplazma anyagától független, amely anyag élve, helyesebben a szervezet életének folyamán sohasem adja meg magát a vegyi vizsgálat számára. Az élő sejt protoplazmája a legcsekélyebb érintésre megalvad, vegyszerek hatására felbomlik. A kémia módszereivel élve semmi sem vizsgálható. Valaki igen kíméletlenül megjegyezte, hogy a kémia tulajdonképpen csak az élet ürülékeit vizsgálhatja. Amilyen értékes az életfolyamatok anyagi jelenségeinek megismerése, ha egyéb nézőpontokkal egybevetjük, kizárólagos érvényesülése elleplezi az életnek mögöttük felmerülő sokkal bonyolultabb problémáit. A felől, amit a protoplazma anyagi tulajdonságairól tudunk és tudhatunk, a sejt korántsem élhetne, táplálkozhatnék és szaporodhatnék. Az élő protoplazma fizikai-kémiai fogalmának, amely az élő anyag, élő massa, élő állomány és hasonló közkeletű belső ellentmondást magukban rejtő kifejezésekhez vezetett, a biológiában nincs értelme. Az életre a folytonos változás, átalakulás és mozgás a jellemző, amelynek jelentősége csak az élettelen, tehetetlen anyaggal és a halott szervezettel szembeállítva kapnak értelmet.

Az általános, minden élőlényre jellegzetes életjelenségek

a sejtekben is lejátszódnak, midőn az egysejtű szervezetben a sejt élet jelenségei a szervezet egészének élet jelenségeivel egybeesnek és egyet jelentenek, míg a soksejtű szervezet egyes sejtjeinek élet jelenségeiben a szervezet egészében egységesen megnyilvánuló élet jelenségek oszlanak meg a szervrendszerek közvetítésével.

Az élet jelenségek részletei a sejtekben a növényi és állati élet különbözősége szerint módosulnak.

Az anyagcsere általános élet jelensége a táplálkozás és lélegzés folyamataiban játszódik le. A szervezet felveszi környezetéből az anyagcseréjében és gázcseréjében szereplő anyagokat, kiküszöböli magából azok feleslegét és bomlástermékeit. E külső anyagcserén és külső lélegzésen kívül az egyes sejtek környezetükből, úgynevezett belső miliójükből a szervezet anyagcseréje útján odajuttatott anyagokat veszik fel és cserélik ki a szervezetükből kiküszöbölt anyagokkal belső anyagcsere és belső lélegzés folyamán. Az egyik sejt faj kiküszöbölt anyagcsereterméke még más sejt fajok táplálékául szolgálhat. Az anyagcsere, metabolizmus, a táplálékot egyszerűbb vegyi elemekre bontó katabolizmus és az illető szervezet, illetőleg sejt sajátos anyagává felépítő, áthasonlító, asszimiláló anabolizmus jelenségeire oszlik. A táplálék felbomlásakor az energia különböző fajtái szabadulnak fel, alakulnak át és fordítatnak az új vegyületek felépítésére. Ilyenkor a víz hidrolízis útján elemekre bomlik és más elemekkel lép kölcsönhatásba. A sejtlélegzés folyamán oxigén felvétele és szén-sav leadása megy végbe, az oxidáció égési folyamatainak eredményeképpen, mint a külvilágban is láthatjuk. A táplálék és a gázok általában a sejtek felületén átdifundálódnak, illetőleg félig áteresztő hártályakon ozmózis útján szűrődnek a sejt belsejébe. Ennek feltétele, hogy a táplálék vízben oldva legyen. Szilárd anyagot csak olyan egyedülálló, vagy a szervezetben lévő sejtek vehetnek magukba, amelyek nincsenek ellenálló sejt hártályával körülvéve, vagy külön nyílással rendelkeznek a szilárd táplálék felvételére. E tekintetben a gyökérlábú amőbák sejt szerkezetében a szervezet fehér véresejtjeihez hasonló viszonyok állanak fenn. E szervezetek apró szemcséket és baktériumokat

kebeleznek be és utólag oldanak fel testükön belül, majd az emészthetetlen maradékot kiküszöbölik. A táplálékfelvétel e módját, amely a szervezetnek kórokozó baktériumok ellen való védekezésében nagy szerepet játszik, phagocytosisnak nevezzük. A jelenséget mikroszkóposán megfigyelhetjük. Láthatjuk, amint az amőba a felveendő táplálékot, például a moszatfonalat folyékonyan, képlékeny testével körülveszi és magába zárja, üreget képezve abban felgöngyöli. Dhumbler rendkívül szellemes módon utánozta a folyamatot egyszerű kísérlettel, a felületi feszültség és az adhezio erőinek szerepét szemléltetve, amelyek az amőbák táplálkozásában szerepet játszanak. A vízben úszó kloroformcsepp mellé pecsétviaszból kihúzott vékony szálát helyezünk, mire az a csepp belsejében felgöngyölődik, majd teljesen feloldódik éppen úgy, mint a moszatfonál az amőbában. Ha finom, hajlékony üvegszálát vonunk be sellakkal, azt is magabagyúri a kloroformcsepp, de miután a sellakot leoldotta róla, kiüríti magából. Általában, amint egysejtű szervezeteken kimutatták, a felületi feszültség csökkenése feltétele a phagocytosisnak és a sejt környezetének a felületi feszültséget fokozó megsavanyításával megszűnik. A táplálkozásban a sejtfelület áteresztőképességének változása is nagy szerepet visz.

Az anyagcserében az enzimák fontos tényezők. Vegyileg meg nem határozott anyagok ezek, amelyek egyes anyagok vízben oldhatóságát feltételezik, hatásukkal a különben rendkívül lassú lefolyású folyamatokat nagymértékben meggyorsítják.

Az anyagcsere folyamán végbemenő vegyi folyamatok értelmezésével a fiziológia foglalkozik.

A sejtek mozgás jelenségei rendkívül változatosak. A sejt belsejében játszódnak le, vagy a sejtstruktúra egészének helyváltozását hozzák létre.

A sejt protoplazmájának szemcséi állandó áramlásban vannak. Keringő, egy-, vagy többirányú mozgásukat nagy növényi sejteken figyelhetjük meg mikroszkóppal. Alak- és helyváltozással járó mozgás jelenségeket gyökérlábú amőbákon, nyálkagombák ú. n. myxamőbáin és a szer-

vezet szabad sejtjein láthatunk, midőn a sejt nyúlványokat, úgynevezett állábakat, pseudopodiumokat, bocsát ki, amelyek által megfelelő talajon tovahalad. Nyálkagombák összeolvadásából keletkező plasmodiumok egész teste hasonló mozgással változtatja helyét. Másik, igen elterjedt faja a sejtek mozgásának a csillószőrös mozgás, midőn a sejtfelületet borító finom szőrök ritmikus csapkodással hajtják tova a vízben az egysejtűeket. A csillószőrös mozgás az ilyen szervezetek szájnnyílása körül örvényt létesít, amely a táplálék szemcséket a szervezetbe sodorja. A soksejtű szervezet csillószőrös sejtjei nyálkahártyák felületein tartanak fenn folyadékáramlást. Ilyen sejtek vonják be például a légutakat és hajtják kifelé a tüdőből a behelt porszemeket. Egyes baktériumok, mint a tífusz-bacillus is csillószőreik által mozognak. Vízben élő egyszerű szervezetek, mint az arcellák, difflugiák fajsúlyuk változtatásával szállnak fel, vagy le különböző mélységekbe. Igen érdekes az egysejtű kovamoszatok mozgása. A testüket borító kovapáncél végén lévő likacsokon a sejt-plazma kiáramlik és a test alsó felén lévő vályulaton át a test közepén ismét bejut a páncél alá. A tapadó plazmafolyam körforgása hajtja ellenkező irányba előre a diatómát, a tankok mozgására emlékeztetően.

Érdekes párhuzamot vonhatunk a magasabbrendű szervezet sejtjeinek a szövettenyészetben mozgófényképpel szemléltetett mozgástípusa és egysejtűek mozgásjelenségei között.

A sejtek általános életjelensége az ingerlékenység is, ami azt jelenti, hogy az érintés, a hő, a fény, az elektromosság és vegyi behatásokra mozgás jelenségekkel hat vissza. Minden, az életfeltételekben beálló változás ingert képez, amelyre a szervezet az életfolyamatok fokozásával, vagy csökkentésével felel, a kísérleti megállapításokra alapított Weber—Fechner-féle törvény szerint az ingerintenzitás mértani haladványának megfelelő számtani haladvány szerint. A szervezet lényegében nem ismert visszahatási jelenségei közül a szabadonmozgó sejtnek, vagy szervezetnek ingerhatás által kiváltott és irányított aktív mozgásjelenségeit «taxis»-oknak, a szervezet egészének, vagy

részeinek passzív vonzódását az inger irányába «tropizmus»-nak nevezzük. Ezek a szervezeten belül ható ingerre jönnek létre és úgynevezett endonom mozgásjelenségekben vagy kialakulásban nyilatkoznak meg s a «nastia» fogalma alá tartoznak, ellentétben a kívülről kiváltott «paratoniás» mozgásokkal. Mindé jelenségek az inger felé irányított, az élet jelenségek fokozódásával járó, vagy passzív, az ingerhatástól távolodó, negatív értelemben nyilvánulnak meg. A hő, a fény, a nehézségerő, vegyi, mechanikai, villamos és mágneses hatásokra pozitív, vagy negatív termo-, helio-, geo-, kemo-, mechano-, elektro- és magnetoxist, illetőleg tropizmust különböztetünk meg. Ez általános elnevezéseken kívül a folyadékáram hatására létrejövő mozgás jelenségeket rheotaxis, tigmotaxisnak és a szilárd felületek hatására létrejövő jelenségeket stereotropismusnak nevezzük, mint mikor a növény valamely vázon kúszik fel, az amőba valamely felületen tovamozog, vagy a szervezet sejtjei rosthuzalokhoz, hártyákhoz, vagy a szövettanyészet üvegfelszínéhez simulva mozognak tova.

Baktériumok, nyákos gombák, ostorállatok, rajzó moszatok és infuzóriumok a fény hatására nemcsak mozgásjelenségekkel, de szaporodással is reagálnak. A soksejtű szervezetben különösen a festékanyagokat tartalmazó úgynevezett chromatoforasejtek érzékenyek, a fény irányába mozognak és összhatásukban egyes állatok színváltozását hozzák létre. A növények levélzöld szemcséi is a fény felé vándorolnak. A szem recehártyájának egyes sejtjei fény hatására alakjukat változtatják.

A fénynek a szervezetek mozgását irányító hatásáról könnyen meggyőződhetünk, ha rajzó moszatokat, vagy fényérzékeny baktériumokat üvegsőben, vagy a mikroszkóp alatt vízcseppben üveglemezzel lefedünk és megfigyeljük, hogy azok az elfedett területekről a megvilágított területre gyűlnek össze. A fényingernek részjelenségeiben kevésbé ismert összhatása a zöld növény és leveleinek a Nap felé hajlásában helio-, illetőleg fototropizmusában nyilvánul meg. A mimóza leveleinek az érintés mechanikai ingerére létrejövő összecsukódása is lényegében ismeretlen jelenség. Egysejtűek pozitív és negatív

kemotaktikus jelenségei oxigén, szénsav hatására könnyen tanulmányozhatók. Almasav hatása már 100 ezrelékes hígításban pozitív, töményebben negatív értelemben érvényesül. Elektromos ingerek hatását elektródok alkalmazásával vizsgálhatjuk, midőn papucsállatkák és sok más infuzoriumok és baktériumok a negatív pólus közelében gyűlnek össze, míg mások az anód pozitív pólusánál. így pozitív és negatív galvanotropizmusuk alapján folyadékban keverten jelenlevő infuzoriumokat, vagy baktériumokat, mint a ciliátákat a flagellátáktól, a tífuszbacillusokat a colibacillusoktól elkülöníthetjük.

A szervezet fehér vérszetei és kötőszöveti vándorsejtszetei gyulladáskeltő baktériumok, vagy anyagok kemotaxisos hatására gyűlnek össze. A különböző láthatatlan sugarak kétségtelenül nagyjelentőségű ingerhatására visszaható jelenségekről még igen keveset tudunk.

Az ingerlékenység minden sejtre jellemző, a soksejtű szervezetben azonban egyes sejtek, mint az érzékszervek és az idegrendszer sejtjei különösképpen az ingerek felfogására és visszahatásuk közvetítésére szolgálnak. A szervezet összes sejtjei a bonyolult energiaátalakulások közepette a legkülönbözőbb ingerhatások és visszahatások sokszerű váltakozása folyamán alkalmazkodnak az életfeltételekhez, az élet jelenségek fokozásával, vagy csökkentésével.

A sejtek szaporodása alapfolyamata a szaporodás általános élet jelenségének. Minden élőlény önmagához hasonló utódokat hoz létre. Az egysejtű szervezet éppenúgy, mint a soksejtű szervezet egyes sejtjei fejlődésükben és növekedésükben a sejt szaporodásából indulnak ki. A megtermékenyített petesejt kettéoszlása a legmagasabbrendű állatok és az ember kialakulásának legelső mozzanata. A sejt-oszlás közvetíti az öröklést, a faj nemzedékeinek beláthatatlanul hosszú sorozatán át, a származás távoli múltjából a messze jövőbe.

A sejtoszlás rendkívül bonyolult folyamat. Lényege, hogy a sejt minden ízében, egész rendszerének egységében oszlik meg. Mind a növényi, mind az állati sejtek oszlása teljesen azonos típus szerint megy végbe. Eltekintve a

sejtoszlás egyszerűbb módjától, amelyet közvetlen, direkt-oszlásnak, vagy amitosisnak nevezünk, midőn a sejttest és a sejtmag lefűződnek és egységesen kettéválnak, amely oszlási mód nem biztosítja a sejt további szaporodási képességét, a sejtoszlás rendszerint a közvetett, indirekt fonalas oszlás, vagy mitózis rendje szerint megy végbe. Karyokinesisnek is nevezzük ez oszlási módot, miután a mag feltűnő mozgás jelenségei kísérik. A sejtmag játssza ebben a legfontosabb szerepet.

Midőn a sejttest és magja a már említett mag-plazma-reláció szabályosságával megfelelő nagyságát elérte, és oszlásra képes, lényegükben még nagyrészt ismeretlen oszlási ingerek hatására két, vagy több részre oszlik. A folyamat egyes szakaszait különböző sejtek összehasonlítása útján rögzített, festett szövetmetszeteken figyelhetjük meg, vagy újabban egyes élő sejteken mikrokinematografia útján szemléltethetjük. Igen alkalmas a sejtoszlás különböző szakaszainak tanulmányozására a hagymagököér kúpja, amelynek metszetén egymás mellett találjuk az oszlás különböző szakáiban lévő sejteket, az egyes sejtelemeket, különösen a magállományt, a kromoszómákat és a sejttestet különböző színekre megfestve. Élősejtek oszlásának vizsgálatára a szövettényészet a legalkalmasabb.

A sejtoszlás egyes szakaszait pro-, méta-, ana- és telophasis elnevezésekkel különböztetjük meg. A prophaseban a sejtmag hártájja eltűnik, a sejt egészben legömbölyödik, felületi feszültsége csökken. Ugyanakkor a magállomány chromatinja, amely az élő sejten láthatatlan, rögzítve és festve színes rögök alakjában látható, kromoszóma fonalakká rendeződik, amelyek hosszában kettéhasadnak. B fonalak előbb sűrűn, majd lazább gomolyag alakjában láthatók, később patkóalakúan megörbülve helyezkednek el a citoplazmában. A megkettőződött központi test szétválásával, meg nem festhető finom szálaból kialakuló úgynevezett achromatikus orsó egyenlítői síkjában és a metaphasis szakában egyes csillag, monaster alakjában helyeződnek el. Az anaphasis szakában a kettéhasadt kromoszómák a sejt két pólusa között

osznak meg a kettős csillag, diaster alakjában. A telophasisban a két csillag között a citoplazma kettéválik, amivel a fonalas sejtoszlás befejezést nyer, az új sejtek különválnak, magjukban a kromoszómák felgombolyodnak, majd egybeolvadnak. A sejtoszlás és egyes szakaszai különböző idő alatt mennek végbe, átlagban 2—3 órát vesznek igénybe. A sejt egyszerre nemcsak két, hanem több sejtre is oszolhat, amint különösen véglények és rosszindulatú daganatok sejtjeiben észleljük. A magoszlás a sejtoszlástól az időben függetlenül is végbemehet, midőn felszaporodott sejtmagok körül a protoplazma csak utólag határolódik el.

A sejtoszlás mechanizmusának értelmezése a biológia egyik legnehezebb problémája. A sejtoszlást megindító tényező gyanánt Gurwitsch orosz biológus rövidhullám-hosszú sugarakat fedezett fel, amelyek növények szaporodásra képes sejteket tartalmazó úgynevezett meristemás szöveteiből élesztőgombák, baktériumok telepéből, állatok véréből, embrionális, vagy daganatos szöveteiből indulnak ki és a közelükbe helyezett szövetek sejtjeire oszlásukat előidéző ingerhatást fejtenek ki. E «mitogenetikus sugarak» levegőrétegen is áthatolnak, sőt tükörrel is eltéríthetők. Növényi szövetből kiinduló sugarak állati sejtekre is oszlástkeltően hatnak és viszont. Például hagymagyökér kúpja a békalárvára lehet hatással.

Mint a sejtoszlásra ingerlő másik tényezőt, Haberlandt az elhalt sejtekből, sebekből származó anyagot fedezett fel, amelyet sebhormon, vagy nekrohormon néven ismerünk. E felfedezésnek nagy jelentősége és jövője van az orvostudományban is.

A sejtoszlás mechanikai értelmezésében a sejtoszláskor a sejt két pólusa között kialakuló oszlási orsót és fonálszerkezetet, — mivel a vasreszeléknek a mágnesség hatására kialakuló elrendeződéséhez igen hasonlít — a mágneses, illetőleg elektromos térhatásokra igyekeztek visszavezetni. Kevés sikerrel. A felületi feszültség változásaival járó áramlásokkal is igyekeztek a jelenséget magyarázni. Érdekes, hogy a sejt egyes és többes oszlásakor a tér több irányában elhelyezkedő oszlási síkjai a szabályos kristály-

alakok stereometriai törvényszerűségeinek megfelelőleg alakulnak ki. Ezt a nagy jelentőségű tényt Krompecher Ödön fedezte fel.

A sejtoszlás legfontosabb jelensége, hogy az új sejtekben a magállomány kromoszómái azonos számban és minőségben alakulnak ki, mint az eloszlott sejtekben voltak.

A sejt magállományából a sejtoszlással kapcsolatosan kialakuló kromoszómák iránt, — miután a szaporodás, a nemiség, a fejlődés és az öröklés jelenségei kutatásának kiindulási pontját képezik — a legnagyobb érdeklődés nyilvánul meg. A kromoszomakutatás világszerte a tudósok egész seregét foglalkoztatja és meglepő eredményekhez vezetett. Már ötven év előtt Boveri felfedezte a kromoszómák számbeli állandóságának törvényét, ami azt jelenti, hogy minden növény és állatfaj minden nemzedékének összes sejtjeiben, — kivéve az egyes nemi sejteket — az illető fajra jellemző számú kromoszómát találunk. Ez a szám nem függ össze az illető növény vagy állat rendszer-tani helyével, alacsony rendűek sejtjei olykor igen sok, magasabbrendűek kevés kromoszómát tartalmazhatnak, az egymáshoz közelálló fajok kromoszomaszáma is igen eltérő lehet. A ló belében élősködő ascaris megalcephala nevű féreg egyik fájának csak kettő, másiknak négy kromoszómája van. A drosophila nevű gyümöleslégynek, amely az örökléskutatásban játszik nagy szerepet, nyolc, a tengerimalacnak tizenhat, a békának és a liliumnak huszonnégy, a kerti csigának és az embernek negyven-nyolc a kromoszomaszáma. Vannak még sokkal több kromoszómával bíró fajok is, de ha magas a szám, természetesen igen nehéz pontosan megszámolni a kromoszómákat. A kromoszómák pontos számát már mintegy ezer növény és állatfajra nézve állapították meg. A kromoszómák élő sejtekben is láthatók, sőt a mikromanipulator tűjével kihúzhatók és rugalmasan nyújthatóknak bizonyultak.

Egy-egy sejtmag kromoszómái korántsem egyformák. A legkülönbözőbb fonál, egyenes és görbe, rövidebb-hosszabb pálcika vagy pontszerű kromoszómákat találunk. Az egyes alakok a sejtmagban párosával fordulnak elő,

minden alakból kettő van. A kromoszómák «sortimentuma», mintagytijteménye a sejtmagban kétszer fordul elő, két, a fajra jellegzetes «garnitúrában», ezért a kromoszómaszámot $2N$ -el jelöljük. Kivétel a termékenyítésben szereplő nemi sejtek úgynevezett «haploid» magjai. A kromoszómák számbeli és alaki állandóságában a kromoszómák individualitása, egyénisége nyilvánul meg, amely a sejtoszláskor megmarad azáltal, hogy a kromoszómák mindig hosszában hasadnak.

A kromoszómák további jelentőségét a termékenyítés és az öröklés jelenségeivel kapcsolatosan fogjuk megismerni.

A sejt mint szervezet.

A sejt fogalmához tartozik a szervezethez, az organizáció. A soksejtű szervezet individuális egészében az egyes sejt szervezete a magasabb szervezeti egység individualitásában annak alárendelt része gyanánt tűnik fel. Az egysejtű szervezetben a sejt egyéniségének, önállóságának teljességében él.

B téren némi fogalomzavar uralkodik. A növényi és állati élet legalacsonyabbrendű képviselői testében a sejt jellegzetes citoplazmából és elhatárolt magból álló szerkezetét nem tudjuk mindig kimutatni, vagy csak igen módosult alakban. A sejtoszlás jelenségeiben is sok eltérést találunk a folyamat típusától. Másrészt ismerünk sejtekre nem oszló moszatot, amelynek gyökerei, szárai és levelei vannak és ázalagállatkákat, amelyeknek szerkezete sokkal bonyolultabb, mint egyes soksejtű állatoké. Az állati szervezeten belül egyes szervek lehetnek sejtnélküliek, mint a csiga egyes mirigyei.

A szervezet magasabb működéseire különböződött szöveteinek és szerveinek elemei, mint például az izomrostocskák, teljesen elvesztik sejtjellegüket. A sejtek egybeolvadása a szervezetben sok maggal bíró úgynevezett syncytiumokká, szintén megnehezíti a sejtelmélet következetes érvényesítését.

Mind e kivételek, amelyekben a sejtfogalom elmosódik, egyáltalán nem indokolják, hogy a sejtfogalommal szakít-

stmk és a sejtnélkül való szervezeteket ne tekintsük egy-sejtűeknek. Annál kevésbé, mert újabban kimutatták, jxogy a magasabbrendű szervezet szöveteinek módosult és összefolyó sejtelemei a szövettenyészet szabadabb élet-körülményei között önállósulnak. Kimutatták azt is, hogy a soksejtű szervezet testnedvekben szabadon élő sejtjei, mint a fehér vérsejtek, vagy ondószálak és a szövettenyészetben a szoros szövetkötelékekből felszabadult sejtek mozgásukban és más életjelenségeikben önálló egysejtű szervezethez teljesen hasonló magatartást tanúsítanak.

Szakítanunk kell azzal az előítélettel is, hogy a sejtnek feltétlenül igen kicsinynek, mikroszkópos terjedelműnek kell lennie. Hiszen a struuctojás is csak egy sejt értékével bír. Sok mikroszkópos kicsinységű szervezet a soksejtű, magasabbrendű növények- vagy állatokhoz tartozik, míg sok jóval nagyobb, sőt szabad szemmel is látható, csak egysejtűnek bizonyult.

Az egysejtű véglények körében sokszor nehéz, sőt lehetetlen az állatot a növénytől megkülönböztetni. A növények és az állatok birodalma az élet legalacsonyabbrendű formáinak körében egybefolyik. Sok egysejtű szervezetben a növényi és az állati jellegek keverednek és tisztán megállapodás dolga, hogy a növényeihez vagy az állatokhoz sorolják-e azokat. Növényzöldet nem tartalmazó baktériumok és más gombák, valamint az erősen mozgékony flagelláták, a növényekhez számítanak. Egyes flagelláták, mint a zöld euglena, táplálkozásukban mind a növényi mind az állati jelleget megvalósítják. Miután az euglena klorofiltartalmú, nappal fotoszintézis útján vízből és szénsavból szénhidrátot képez s felhalmozza keményítő alakjában. Növény módjára aminosavakat is képezi nitrátokból. Viszont sötétben is megél, amikor állat módjára szerves anyagokkal táplálkozik.

A baktériumok a legkisebb és legegyszerűbb élőlények, bennük a szervezettség igen kevésbé mutatkozik. Szerves anyagok felszívása útján élősdiek módjára táplálkoznak. Egyes baktériumok mozgékonyak, mozgásuk testfelületük ostorszerű vagy csillószőrös nyúlványai útján történik

A baktériumokra is, a kék és zöld moszatoki a is jellemző, hogy a sejtmag állománya egész testükben megoszlik.

Az egysejtű véglények szervezetében a sejt jellegzetes alkotórészein kívül a szervezetre jellemző szerkezet nagy változatosságát találjuk.

Igen egyszerű például a gyökérlábúakhoz tartozó amőba szervezete, amellyel aránylag igen bonyolult életproblémáit megoldja. Csupán maggal bíró nyákcseppnek látszik ez a vízben és nedves talajban található, nyugalmi állapotában gömbölyű sejtszerkezet, mégis a magasabbrendű állatokhoz hasonló magatartást tanúsít külvilága ingereivel szemben. Mozgásában és táplálkozásában nem szorul állandó szervekre. Ha megfelelő felületre talál, protoplazmája úgynevezett pseudopodiumok («ál-lábak») alakjában nyúlványokat bocsajt ki. Ezeknek csúcsai tapadósak és rendezett működésük útján halad tova. Ugyané nyúlványokkal ragadozó állat módjára ragadja meg apró növényekből és állatokból álló táplálékát s beolvasztja folyékony testébe. Ha önmagánál nagyobb a zsákmánya, például papucsállatka, körülöleli és lefűz róla egy darabot, amelyet be tud kebelezni. A táplálék körül összehúzódásra képes üreget, úgynevezett táplálékvakuolát képez. Ebbe emésztőnedveket választ ki, s az emésztés idejére gyomrot rögtönöz magának, amely ismét beolvad, ha feladatát elvégezte. A protoplazmában felszívódott táplálék maradványait sejtfelületeinek bármely helyén kiküszöböli magából. Ha az amőba kedvezőtlen életviszonyok közé kerül, testfelületén megszilárduló burkot választ ki magából és betokolódott, összezsugorodott állapotában hónapokig is megmarad táplálkozás nélkül, amíg kedvező életviszonyok közé nem kerül. Jellegzetes sejtoszlással tartja fenn fáját, midőn kétfelé oszlik, de betokolt állapotában is szaporodik sok spórát képezve, amelyek a burokból kitornek és meg-növekednek.

Bonyolultabb szerkezetű egysejtű szervezetekben már a magasabbrendű szervezetek szerveihez hasonló képződményeket találunk, részben időleges, működésük idejére korlátozott kialakulásban, részben állandó jelleggel.

Szilárdabb állandó burok- és vázrendszerek kialakulása-

val a sejtszervezet jellegzetes alakot nyer. Részarányosság alakul ki a középpontban összpontosuló testtengelyekkel, mint a sugár- és napállatkák szervezetében. A testalkat részarányossága a mozgás egyenes irányát biztosítja, míg a részarányosság hiánya körbemozgást eredményez. A mozgás szervei ostorok és csillangók rendszereiben alakulnak ki. A táplálkozás szervei kezdetleges alakjukban, mint a táplálékfelvétel állandó helyén képződő sejtcső («cytostoma») és a bomlástermékek kiküszöbölésére szolgáló «cytopyge» állandósulnak. Folytatásukban vagy csak a táplálék áthaladásának idején képződik üreg vagy a táplálékvakuoalához állandó csőszerű képződmény, a sejtgarat vezet. A sejtoszásban szereplő, kromoszómákat tartalmazó kisebb magon, a «mikronukleus»-on kívül egyes egysejtűekben nagyobb mag, a «makronukleus» is található, amely az anyagcserefolyamatokban bír jelentőséggel. Egyes bonyolult szerkezetű véglények összehúzódnak fonalakat tartalmaznak. I^egúj abban a véglényekben összefüggő, a mozgás jelenségek rendezettségében szereplő, a mikroszkópiai technikában ezüstözéssel feltüntethető rosthálózatot, úgynevezett ezüst vonalrendszert fedeztek fel. Mindez arra utal, hogy az egysejtűeket tökéletes, sokoldalú működésre képes szervezeteknek kell tekintenünk.

A környezetükkel szemben tanúsított egységes magatartásukban az egysejtű szervezetek olyan tulajdonságait vélték felismerni, amelyek magasabbrendű, érző és gondolkodó szervezetek akaratos viselkedésével hozhatók analógiába. Olyan természetűek, mintha céltudatosak, öntudatosak volnának. E feltevés alapján alakult ki a lélektan és az élettudomány határterületén a «behaviorism» vagy magatartástan. Az egysejtű szervezetek ama jelenségeivel foglalkozik és hozza azokat idegrendszerrel bíró szervezetek mozgás jelenségeivel vonatkozásba, amelyek ártalmak elkerülésében, célszerűnek látszó mozgások kikapcsolásában nyilvánulnak meg. Már az amoeba is a maga egyszerű szervezetével és méginkább a csillangós ázlagállatkák eltávolodnak a káros behatások helyétől, táplálékot jelentő gyenge ingerekre válaszolnak, támadásukban nagy leleményességet tanúsítanak.

A SEJTEK KÖZÖSSÉGE A SZERVEZETBEN.

A véglények egysejtű szervezete és a magasabbrendű növények és állatok soksejtű szervezetének részeit tevő egyes sejtek között az egysejtűek kolóniában élő sejtjei képezik az átmenetet. Az elkülönülten élő egysejtűek elemi szervezetének életegysége egybeesik individualitásával, a soksejtű szervezetben az egyes sejtek individualitása lefokozott és a szervezet egységes egészében kidomborodó individualitásnak van alárendelve.

Amint a véglények birodalmában nem tudunk éles határt vonni a növény- és állatország között és egyes szervezeteket éppen olyan joggal minősíthetünk növénynek, mint állatnak — protophytonnak, mint protozoonnak — úgy az egysejtűek koloniális életközössége és a magasabbrendű metaphyton és metazoon-szervezet sejtközössége között sincs éles különbség.

Egysejtűek időnkint vagy állandóan sejtközösségben élhetnek. Míg egy részük oszlásakor elkülönül és önállósul, moszatok, baktériumok, gombák egymással összefüggésben maradnak, hosszú egyenes vagy elágazódó sejtláncokat képeznek. Ilyen a fonalas moszatoknak az állóvizeket belepő ! «békanyál» néven ismert sűrű szövedéke, amely olykor magasabbrendű növény benyomását kelti és ilyen a tengeri fünek nevezett moszattelep is. A nyákos anyaggal összetartott egysejtűek gömb, vagy hólyag alakjában tömörülnek. A felszínen elhelyezkedő sejtek csillangókat képeznek és egyértelmű mozgásukkal a sejttelep egészét mozgatják. Mások nemisejtekké különböződnek, mint a pleorodina és a volvox telepeiben a sejtek között protoplazma-

összeköttetések alakulnak ki. Egyes moszatok elágazódásának kapaszkodásra szolgáló végső sejtjei gyökérszerű, úgynevezett «rhyzoid» jelleget nyernek. Ezekben a növényzöld szemcséi hiányoznak és a sejt a kész cukrot, amelynek előállítására nem képes, a szomszédos zöld sejtekből szívja át magába. A sejtkolóniákban tehát általában már a soksejtű szervezet egyes sejtjeire jellemző különböződést és munkamegosztást találunk.

A magasabbrendű növények és állatok soksejtű szervezetének életközösségében az élettudomány ama tényezőket kutatja, amelyek az egyes sejtindividuumok egyesülését és együttműködését a szervezet életközösségében feltételezik.

A sejtek szerveződésében az individualizálódás és a társulás kettős, egymással ellentétes elve érvényesül. A szervezetet felépítő sejteket mint a «sejtállam» egyéneit vagy a szervezet építőköveit helyezhetjük előtérbe; a szervezetet elemi sejtsejvezeleteinek összessége gyanánt, mint a növényi, illetőleg állati szervezetek milliárdjainak társulását foghatjuk fel. Másrészt a sejteket a szervezet fejlődése folyamán megoszló, egységes sejtrendszer részeinek is tekinthetjük. A szerveződés megítélésében e szerint vagy a sejt, vagy a szervezet egésze kerül előtérbe. Midőn a szerveződésben a sejtek kölcsönös vonatkozásainak látható anyagi tényezőit kutatjuk, nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a szervezet életegységét egyes részeknek, szerveinek és sejtjeinek részleges élet jelenségeiből nem foghatjuk fel, mert az egész mindenkor más, több mint elemeinek, részeinek összege, mert azok vonatkozásait, azazok által felmerülő új minőségeket is tartalmazza. A szerveződés megítélésében az egyén és a közösség problémája kiemelkedik az élettudomány különleges nézőpontjai alól és anyagiatlan tényezői tekintetében fogalomközösségbe kerül a társadalomtudománnyal és a lélektannal. A probléma egységes megítélése mindhárom tudományban ismereteink kiegészítését és gyarapodását jelenti. Az egyén és a közösség vonatkozásait csak a biológiai, szociológiai és lélektani megismerések filozófiai általánosításával analógia útján foghatjuk fel.

A társadalmi életből vett hasonlaltal értelmezzük az élettudományban Spencer és Hertwig nyomán a szervezet sejteire jellemző társulást, különböződésüket különböző feladatok elvégzésére, midőn munkamegosztásról beszélünk. A különböződésrel és munkamegosztással a sejtek, a szervezet e szociális individumai a szervezet közéletében egymásra vannak utalva, egymást kiegészítik, de egyoldalúvá válnak, egymás nélkül nem élhetnek meg és a szervezet egészével szemben alárendelt, függő viszonyba kerülnek az integráció társadalmi elvének megfelelően, mint a szakmunkás a társadalmi életben.

A soksejtű szervezet sejteinek individuális önállósága a szervezetben különböző mértékben, az egyes sejtek különböződési fokával arányosan csökken. Egyes sejtek a fejlődés folyamán szinte a felismerhetetlenségig átalakulnak különböződési termékeikké, például az izomsejtek összehúzódási képességgel bíró rostjaivá, amelyek a szervezet kötelékében elvesztik önálló élet- és szaporodási képességüket. Viszont egyes sejt-fajok a szervezeten kívül is sokáig élhetnek. Fehér vérsejtek nedves közegben három hétig is életben maradhatnak, ondósejtek az életében csak egyszer párosodó méhkirálynő testében évekig megtartják termékenyítőképességüket, a denevér szervezetében pedig az őszi párosodástól a tavaszi termékenyítésig. Hámsejtek is hetekig életben tarthatók. A szövettenyésztésben a szervezet különböződött sejtjei visszafejlődnek kevésbé különböződött formájukra, önálló mozgási és szaporodóképességüket is visszanyerik, valamint oly más képességeiket is, amelyek a szervezetben nem érvényesülnek.

A soksejtű szervezet egyes sejtjei olykor éppen az alacsonyabbrendű állatokban érik el önálló szervezethez legnagyobbat. Ennek legérdekesebb példái az úgynevezett csalánsejtek, amelyek úrbélűek és tüskésbőrűek testében keletkeznek és milliószámra a testfelületre vándorolnak. A sejtek úgynevezett csalántokot tartalmaznak, amely veszedelmes, mérgezett nyilat kilövelő fegyver. Rúgó szerkezet röptíti a nyilat az ellenség felé, amely a chitinpáncélt is átfúrja. Ha az embert éri a hypnotoxin nevű mérget vivő nyíl, elájul tőle. Csalánsejtekkel bíró hidrác-

kal táplálkozó örvényférgekben az idegen csalántokok ellenállnak az emésztésnek és az örvényférgek bőrébe jutva, fegyverükül szolgálnak. Egyes meztelen csigák külön csalánzacskójukba gyűjtik az idegen csalántokokat és a támadó ellenség felé lendítik, mint a bombát.

A szervezetben a különleges működésekre kialakult sejtek szövetekké és a különböző szövetek szervekké egyesülnek. A közösen működő szervek szervrendszereket alkotnak. A szervezet életközösségében a sejtek anyagcseréjének termékeit átadják egymásnak. A magasabbrendű szervezetekben az egymástól távol levő sejtek között a vegyi kölcsönhatást a nedvkeringés közvetíti, a magasabbrendű állati szervezetben az idegrendszer hozza kapcsolatba egymással a szervezet távollevő részeit.

A szerveződés látható, anyagi tényezői gyanánt a sejtek között levő protoplazmaösszeköttetéseket, a «sejtközi állomány»-t és annak rostjait találjuk. Növényekben elhalt sejtek helyén kialakult üregeket, csöveket látunk, ezek támasztó- és vázrendszereket alkotnak, a növényi és állati élet különbségeinek, az egyes fajok és egyének alkatának megfelelő változatosságban. A soksejtű szervezet kialakulásában a kiindulást képező pete sejt-oszlásaival párhuzamosan a sejtek között levő anyagok is kialakulnak.

Az élő szervezet a szerveződés által fejlődésének kezdetétől térben és időben rendezett kialakulásában és működésében, részei összhangjában működő egységes egész.

A szerveződés vagy organizáció a biológia legmélyebb, legáltalánosabb és legbonyolultabb problémája, mert mint a sejtélet, mint a szervezet élet jelenségeinek összes problémáival vonatkozásban áll.

A szerveződés biológiai értelmezésében egyrészt a sejtől kell kiindulnunk, a sejtek szaporodásának, különbözőződésének tényezőit kell figyelembe vennünk, másrészt a szervezet egészét, amelynek irányában a sejtek szaporodásának, különbözőződésének, a szövetek és szervek kialakulásának összes jelenségei történnek. Figyelembe kell vennünk azt a tényt, hogy a szerveződés a sejtszaporodástól függetlenül, az egy sejten belül is érvényesül. Ezt egyes

egysejtűek legbonyolultabb szervezete is mutatja és a soksejtű szervezetben is nemcsak a sejtek, hanem szervegységek osztlásában sejtömegek egységes elhelyezkedésében is megnyilvánul.

A sejtelmélet tehát önmagában nem kielégítő a szerveződés értelmezésére, mert a szerveződés nem csupán az egyes sejtekben megadott feltételek között jön létre, hanem a sejtek és környezetük kölcsönhatásában, a szervezet egészére vonáfkozfatótt "célirányosságban. De nem kielégítő a «holizmus» új tana sem, amely a szervezetet mint egységes egészt, részeit csak az egészszel fennálló vonatkozásaiban szemléli. Ez a divatos «egész filozófia», amelyet egyesek a mechanizmus ellen irányuló általános ismeretelv gyanánt fognak fel, s úgy látják, hogy hivatva volna a mechanizmus és a vitaiizmus között levő ellentétet kiegyenlíteni és a biológiát a mechanikai determinizmus életfelfogásának nyüge alól felszabadítani, önmagában túlságosan egyoldalú a szerveződés problémájával szemben. Elhanyagolja a szervezet részeinek finom részleteibe hatoló elemzését és az elemi részek összhatásának tényezőjét. E «biológiai veretü» egész-filozófia lényegét tulajdonképpen már Aristoteles tanaiból megismerttik, ha nem is ily egyoldalú formájában. A biológiai gondolkozás számára a hólizmus túlságosan általános és az egyénnek, mint az élet elemi egységének fogalmát sem a sejtben, sem a szervezet egészében nem domborítja ki.

A biológiában a szerveződés problémáját ilyen egyoldalú nézőpontok összeegyeztetésével kell megítélnünk. Tekintetbe kell vennünk, hogy nemcsak a sejtekből felépült magasabbrendü szervezet közössége esik a szerveződés fogalma alá, hanem a szervezet egyes sejtjeinek és az egysejtü véglényeknek belső szervezete is és az egy- vagy soksejtü szervezetek együttélésének szorosabb vagy lazább életformái is, amilyenek a telepek, törzsek, családok, államok társadalmi alakulatai a növények, az állatok vagy az emberek világában. Meg kell különböztetnünk a szerveződésben ama jelenséget, midön különálló egyének társulnak a szervezetben, attól, amidön a fejlődés folyamán egy sejt szervezete osztlk meg a szervezet sejtjeinek sokaságára.

A szerveződés jelenségét a sejtelmélettől függetlenül Heidehain rendkívül szellemes, mind a növény, mind az állatvilágban érvényesíthető, úgynevezett résztestelmélete értelmezi. Az elemző sejtelmélettel szemben azt a tényt emeli ki, hogy a szervezetek fejlődésében a sejteken belül és kívül is találunk oszlásra képes egységeket. A sejttesten belül a mitochondriumok, a mag, azon belül a kromoszómák oszlanak és feltehető, hogy a szervezetnek végső oszlásra képes elemei, az úgynevezett protomérák, láthatatlanul kicsinyek. A sejteken kívül a szervek szerkezeti egységei is mind kisebb részletekre, úgynevezett histomérákra oszlanak és a szövetrendszerekben egymásbahelyezkednek, midőn ugyanama formaegységek ismétlődnek meg különböző nagyságrendben. Így van ez a növények leveleinek, virágainak csipkézettségében, amely egyszerűbb formák megoszlása útján összetett alakulatokhoz vezet, az állati izom rostos felépítésében, midőn az izom egyre kisebb körülhatárolt rostegységekre oszlik meg, a tüdő, a vese és más mirigyek szerkezetében, midőn a lebenyeken belül egymásbarendeződő mirigyegységek, úgynevezett adenomérák, oszlanak meg.

Alacsonyabbrendű élőlények telepképződésében hasonló elvek érvényesülnek, a növekedés állandó téarányosságának pontos mérésekkel igazolt, matematikai képletben kifejezhető törvénye szerint.

A kísérleti fejlődéstani kutatás kimutatta, hogy a pete szerveződésében a részek tagolódása a sejthatároktól függetlenül megy végbe. Kétségtelen tehát, hogy a szerveződésben magukban a sejtekben rejlő tényezőkön kívül a szervezet egészének összhatása is szerepel és részeiben is megoszlik. A résztestelméletet a sejtelmélet megdöntésére igyekeztek felhasználni olyan értelemben, hogy a szervezet sejtjeit, sejtközötti állományát és rostjait összefüggő «elő állomány»-nak tekintették, mely a sejteken innen és túl tagozódik részeire. A sejteket, illetőleg sejtmagokat csak a szervezet protoplazmafolytonosságába iktatott gócpontoknak tekintették. A kísérleti sejttan, különösen a szövettenyésztés újabb eredményei a sejt individualitásának kimutatásával megdöntötték ezt a felfogást, amelyben a

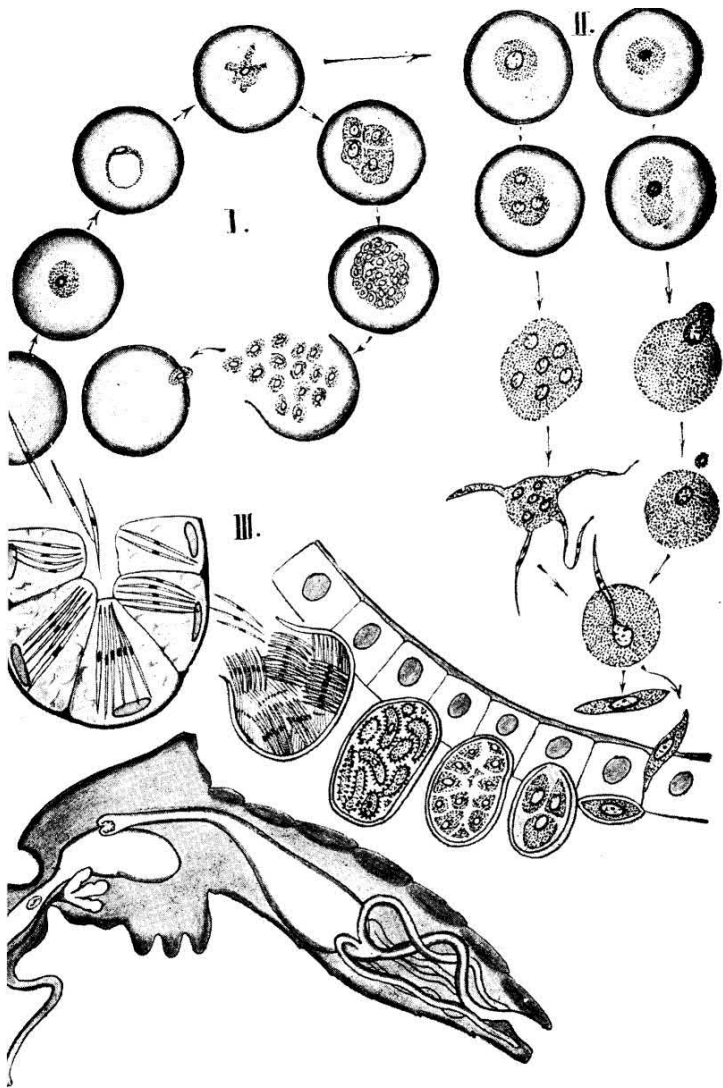
sejtfogalom teljesen elmosódott és a sejtelmélet fenn tartását teljes mértékben indokolták.

A szerveződés értelmezésében a kísérleti biológiai kutatás újabb eredményei teremtettek új nézőpontokat és lehetővé teszik, hogy a szerveződést, az életnek ezt az alapjelenségét, a sejtelmélet és a szervezet egészéből kiinduló értelmezési elv összhangjában fogjuk fel, midőn az egyes sejtek és a szervezet egészének individualitása között fennforgó vonatkozásokat fedezzük fel. Elsősorban a sejteket a szervezetben összetartó, egyesítő tényezőket kell figyelembe vennünk, amelyek részben látható anyagi, részben láthatatlan, anyagiatlan természetűek. E tényezők éles határ nélkül mennek át egymásba, a sejtszervezettől az emberek társadalmáig az individualitás fokozatain keresztül.

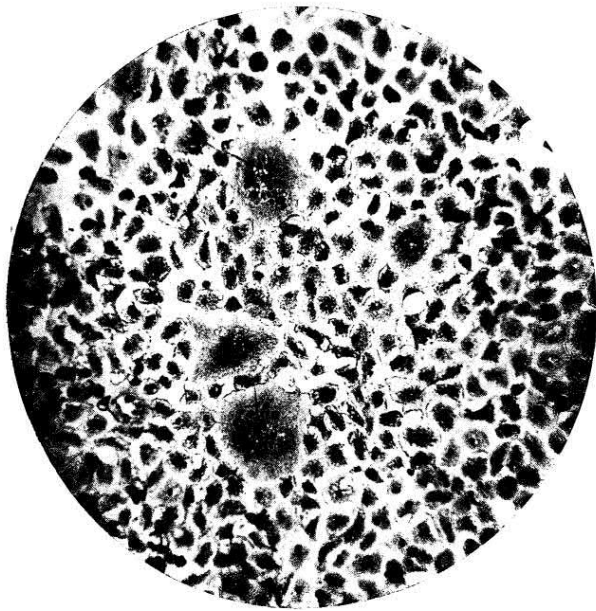
A növényi és állati szervezet szerkezetét, szerveződésének a sejteket szövetekké és szervekké egyesítő, összetartó, látható, anyagi tényezőit az anatómia vizsgálja. Az élettelen természet tudományának alapelve lett Galilei jelszava, hogy «megmérni mindent, ami mérhető és mérhetővé tenni, ami nem mérhető». Erre a mintára az anatómia alapelvét és megismerésének határát akként jelöltem meg, hogy «meglátni mindent, ami látható és láthatóvá tenni, ami nem látható a szervezetben». Ez az elv érvényesült az anatómiában, midőn a szervezetet mind finomabb elemeire bontotta és a mikroszkóppal és festési módszereivel láthatóvá tette.

A szervezet anatómiai elemzésével a szerveződés végső, mikroszkóppal még látható anyagi tényezőjét, a sejtek között levő rendkívül finom rostrendszerben fedezzük fel, amely csak újabban vált láthatóvá azáltal, hogy ezüstsókkal impregnáljuk feketére. Az ezüstözhető — argyrophil — rostok rendszerének szerkezetében és tulajdonságaiban fedeztem fel az egyes sejtegyének és a szervezet egésze között levő vonatkozások végső anatómiai és anyagi alapját a szerveződésben.

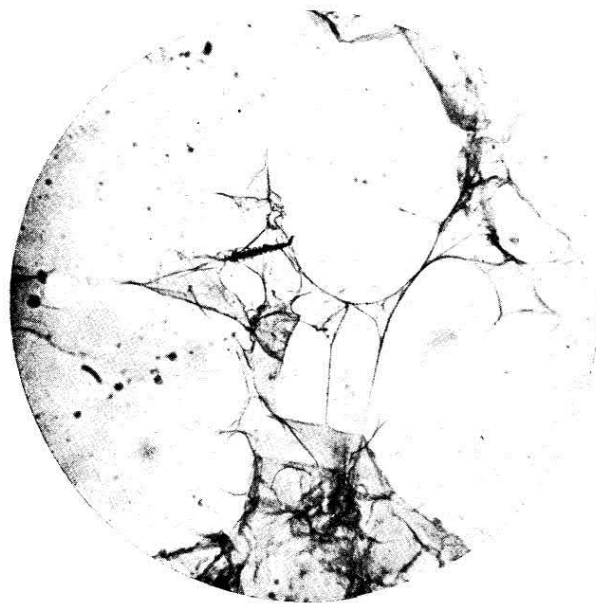
A megfigyelések és kísérletek hosszú sorozata ama következtetéshez vezetett, hogy az állati szervezet e legfinomabb, elemi rostrendszere a sejtek közötti állomány-



A malária kórokozójának nemzedékváltakozása.



A szövettenyésztet szervezetének felbomlása a mágneses erőterben (Lengyel Júlia kísérlete).



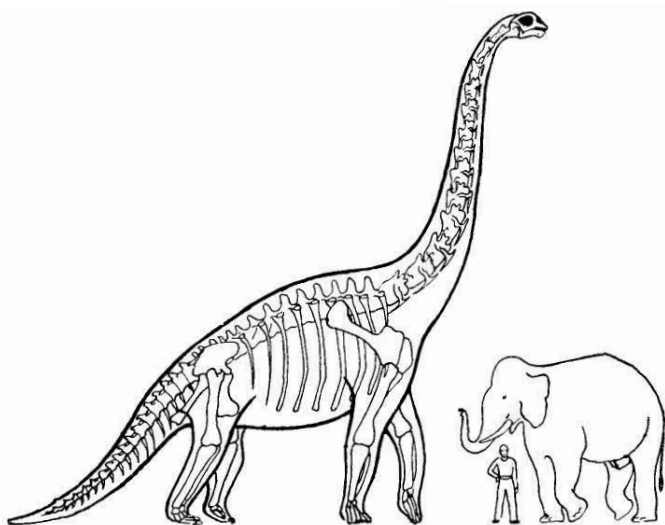
Mágneses erőterben kialakult rostrendszer (Lengyel J.)



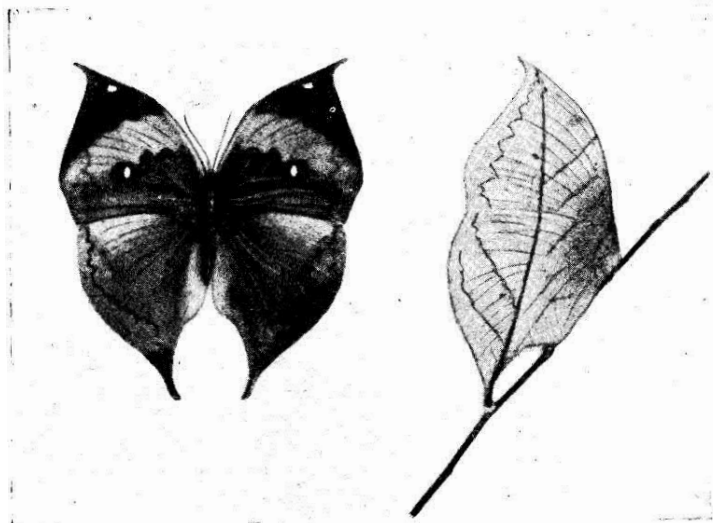
Egy funkcionális egység összeövesztett három szívtenyésztet rostrendszer (Huzella).



A szív eredeti alakját regeneráló szívtenyésztet rostrendszer (Huzella).



A brachiosaurus az ember és az elefánt nagyságához viszonyítva. (Matthew után.)



Mimikri. A Kallima nevű pillangó jobb oldalt úgy fest, mintha levél volna. (Eredeti felvétel.)

ból, a sejtek anyagcseretermékeiként felgyülemelő váladékból a helybeli feszülés erőhatása alatt megfelelő vegyi feltételek között alakul ki. Rugalmasan feszült állapotban hálózza be a sejteket, a szövetek és szervek végső egységeit, mint mirigy végkamarákat, a hajszálereket és az izomrostokat a magasabbrendű szervezet egymásbarendezett és egymásalárendelt szövetegységeinek végső fokán. Ez az elemi rostrendszer a magasabbrendű szövetegységek izom- és idegműködését nélkülöző, egyszerűen rugalmasságon alapuló, úgynevezett elasztomotoros mechanizmusával tartja fenn és automatásán szabályozza a körébe eső szövetelemek kölcsönhatásait. Rendszerében felfogja, kiegyenlíti s megosztja a sejtek részéről és a környezet magasabb szövetegységei felől ható erőket, az egyes sejtek és a szervezet egésze között a szövetegységek sorozatán keresztül kapcsolatot létesít.

A sejtek között rugalmasan kifeszülő, a sejtéletet a szervezetség utolsó hatványán szabályozó elemi rostrendszerben a gőz vagy villanygépek hatáskihhasználásának elve valósul meg, hogy legfinomabb mozgások elvégzésére rúgószerkezetet iktatunk a gép alkatrészeinek sorozatába.

A növényi szervezetben az egyes sejtek protoplazmáját körülvevő cellulozehártya rekeszrendszerét állíthatjuk az állati szervezet elemi rostrendszerével párhuzamba.

Az elemi rostrendszer organizációs jelentőségének felfedezése áthidalja az ellentétet a szerveződésnek a sejtek-
"Hen~esTá "szervezet egészében rejlő tényezői, a sejtelmélet és a hólizmus tana között. A szerveződésnek az elemi rostrendszerben megvalósuló kapcsolata, a sejtek és a szervezet életegységén kívül, azaz extracellulárisan és extraindividuálisan alakul ki és a sejtek által kiküszöbölt, a szervezetben raktározott élettelen anyagból épül fel.

A sejtéletnek és a rostrendszernek a szerveződésben érvényesülő vonatkozásait behatóan tanulmányozhatjuk és előidézhetjük tisztán anyagi természetű rész jelenségeiben a szervezeten kívül is — élet jelenségekkel kapcsolatosan különösen a szövettenyészetben figyelhetjük meg közvetlenül.

Nagy haladást jelentett a rostszerkezetnek, mint a

szerveződés anyagi tényezőjének megismerésében, hogy a rostanyagot sikerült a szervezetből folyékony alakban kivonni és megfelelő anyagi feltételek között újból kialakítani. Kitűnt, hogy kialakulásának szükséges feltétele a rugalmas feszülés. Ha a szövettenyészetten keresztül hajszálat feszítettünk ki, a rostrendszer és a szövethövelkedés is a rugalmas feszülés erővonalainak megfelelően alakult ki. A rostanyag sóval telített oldatából a rostszerkezet a kristályosodás erőhatására a sókristályok körül kifeszülve kristályok idomára alakult ki és maradt fenn a só kioldása után is. Az ilyen rost vázakon kristályidomúra nőtt szövettet is tenyésztettünk, midőn a szerves kristályosodás erőhatásait a szerves növelkedésben érvényesítettük s a kristályosodás anyagi folyamata és a szövethövelkedés élet jelensége között analógiát mutattunk ki. Ilyen kísérletek egész sorával sikerült a rostkialakulás anyagi folyamatát a sejtelettől elkülöníteni, majd azzal mesterségesen egybekapcsolni, midőn a sejtek és a rostszerkezet viszonylagos függetlensége bizonyult be. Ujabbán sikerült a hajszálerek falában kialakuló rostszerkezetnek teljesen megfelelő rostozatot, a rostoldat és a vérplazma keverékében a folyadékáram hidrodinamikus hatására mesterségesen kialakítani. A szövettenyészet rostszerkezetének kialakulását tanítványom, Lengyel Júlia az üvegen keresztülható mágneses térben nagy mértékben befolyásolta, elektromágneses hatás alatt pedig a tenyészetnek a pólusok felé irányított növelkedését idéztem elő.

B kísérletekkel a szerveződésnek a rostkialakulással kapcsolatos részjelenségei a kolloidkémiai és elektrokémiai értelmezés számára korlátlanul feltárultak és elkülönültek a szerveződésnek, az élő forma és szerkezet faji és egyéni jellegű kialakulásának biológiai tényezőitől, amelyekkel átható kölcsönhatásban a szervezet alacsonyabbrendű erőrendszerei a magasabbrendűekbe zárva kialakulnak és a szerkezet anyagának folytonos változása mellett az élet állandó dinamikai egyensúlyában működnek. Tehát a szerveződés anyagi tényezőinek, mint a rostszerkezet kialakulásában és szabályozottságában látható anyagi struktúra mögött láthatatlan, anyagiatlan szerkezetet kell

feltételeznünk: a látható anatómiai szerkezet előmintáját, amely a szervezet anyagának a szerkezetben megvalósuló szilárd halmazállapotát nemcsak folyékony valóságában, de tervének ideális anyagiatlanságában is megelőzi.

E ponton a szerveződés biológiai problémája egybeolvad és közös megítélés alá kerül a szerveződés társadalomtudományi és lélektani problémájával. A biológiában a szerveződés, az alak, a szerkezet reális értelmében használt anyagi valóságot jelentő fogalmi értelmet nyernek ideális és immateriális analógiájukban, midőn társadalmi formákról, a társadalom szerkezetéről beszélünk. A lélektan legújabb tanai szerint a lelki jelenségekről anyagi dimenziókban alkotunk magunknak fogalmat. Az alakpszichológia lelki szerkezetek és vonatkozások kompozíciójában és dekompozíciójában ismeri fel a lelki élet elemi mozzanatainak szerveződését és képződményeit. Tudati szerveződésről, lelki szétesésről beszélünk, lélektani terv- és célszerűségről, amelynél fogva érzelmeink elemei az öntudat magasabbrendű alakulataivá tevődnek össze és új alakot nyernek, énünk individuális egészében részek gyanánt jelennek meg. A szerveződés általános, mind biológiai, mind társadalomtudományi értelmezése a zene analógiájában talál támpontot. Az idő dimenziójában a melódia az egyes hangok egymásutánjának a szervezete, amely több, más, mint a benne rejlő hangok sorozata vagy összege. Az akkord összhangzatának egyes hangjai, az illatszert alkotórészeinek illata különleges egységes hanggá és illattá tevődik össze. A melódiának a hangoktól elkülöníthető, változatlan alakszerűsége mellett hozták fel, hogy más hangnembe is átültethető.

A szerveződés anyagi megvalósulásának nézőpontját meghaladó értelmezését a biológiában is jogossá teszi, hogy a szerves szerkezet már anyagi megjelenése előtt tételezhető az erővonalak láthatatlan, anyagiatlan mintájában.

A SZERVEZET SZÖVETEI ÉS SZERVEI.

Alacsonyrendű növényi és állati szervezetek egyes sejtjeinek koloniális társulásaiban, de a magasabbrendű szervezet fejlődésének kezdeti fokán is a sejtközösség egyes sejtjei egyformák vagy a különböződesnek csak nyomait mutatják. A növény- és állatvilág magasabbrendű képviselőinek szervezetében a fejlődésnek előrehaladottabb szakában már a szervezetbe tömörült sejtek igen szoros és bensőséges kapcsolatai, vonatkozásai és a sejtípusok nagy különbségei állanak fenn. A sejtek külső alakjában, belső szerkezetében, működésében a különböződesre jellemző jelenségek mutatkoznak. Az azonos működésre különböződött sejtek elkülönülnek, csoportosulnak a szervezetben és a sejtközötti anyagokkal jellegzetes önműködésre képes szöveteket alkotnak amelyekből a szervek tevődnek össze.

A szövetek élet jelenségei vei, kialakulásuknak és működésüknek az egyes sejtekben, szervekben és a szervezet egészében rejlő tényezőivel a szövettan tudománya foglalkozik a mikroszkópia, a mikrofizika és a mikrokémia módszereivel.

A szövettan kezdetben, amint a montpellier-i orvosi iskola kebelében a XVIII. században kialakult, még nem volt mikroszkópos tudomány. Szabad szemmel kutatták a szervezet «texturájának» és «strukturájának» viszonyait. Bordeu Teofil a mirigyelválasztást tanulmányozva, felismerte az idegek és erek szerepét e folyamatban. A kötőszövetnek, a szervezet e leginkább elterjedt szövetének szerepét bámulatos éleslátással tisztázta. A szövetek saáj-

tos, részleges életében látta a szervezet egységes életének alapját. Nyomdokain haladva Bichat, akít a szövettan megalapítójának tekintenek, a szöveteket szerkezetük és működésük egységes szemlélete alapján 21 csoportban osztályozta. A mikroszkóp használatát következetesen kerülte, mert úgy vélte, hogy eltorzítja a természetes viszonyokat.

A mikroszkóp használatával vált lehetővé a szövetek és szervek szerkezetének beható megismerése. A rögzítés, metszés és festés módszereinek kialakulásával a szövettan leginkább a holt szövetek vizsgálatára szorítkozott, a szervek mikroszkópos anatómiájává lett, amely a sejtek és szövetek élet jelenségeinek és működésének tanulmányozását elhanyagolta. A kezdetben az élettannal kapcsolatos tudomány később anatómusok kezébe került és a merev, holt mikroszkópos szerkezetek festett képeinek leírásában élte ki magát.

A kísérleti sejtannak az élő sejtek vizsgálatára irányuló új módszerei, a szövettenyésztés, a mikrokinematografia, a mikrooperáció s élő sejtek festésének módszerei új életre keltették a szövettant is. A korszerű szövettan nemcsak mikroszkópos anatómia, hanem a szerves kialakulás és működés vegyi és mechanikai feltételeit fiziológiai nézőpontból is kutató tudomány. Mikroszkópos fiziológia is, amelyben a szerkezet és a működés problémái elválaszthatatlanul, megoszthatatlanul egybeolvadnak. A korszerű szövettan a sejtannal, az örökléstanal, a fejlődéstanal szoros vonatkozásban álló biológiai tudomány, amelyben a sejt és a szerveződés problémája az élet jelenségeket kísérő anyagi folyamatok kolloidkémiai ismeretével kerül közvetlen kapcsolatba és összhangba.

A szövettan leíró, összehasonlító és kísérleti tudomány. A biológia keretében a leíró vagy rendszeres szövettan a növények, az állatok és az ember szöveteinek és szerveinek finomabb szerkezetét vizsgálja. A különböző élőlények szöveti szerkezetének összehasonlítása útján felfedezi közöttük a hasonlóságokat és különbségeket. Kísérleti módszereivel mesterségesen a szövet alakul ás mikroszkópos folyamatainak rész jelenségeit idézi elő a kísérleti feltételek

különböző kombinációjával és variációjával. Midőn a szövethialakulás, a növekedés és a szerveződés mechanikai és biológiai tényezőit megkülönbözteti, a szervezett sejtélet végső fokán ismeri fel az élő szervezet kialakulása és annak fizikai és kémiai tényezői között levő vonatkozásokat.

A növényi és állati szervezet különbözősége az alacsonyrendű szervezetekben, különösen az egysejtű szervezetekben olykor alig domborodik ki, a növényi és állati jelleg együttesen léphet fel. Anyagcseréjük alapján a növényekhez sorolt szervezeteken az állatokra jellemző önálló mozgás jelenségeit észlelhetjük. A magasabbrendű növényeket és állatokat már kétségtelenül megkülönböztethetjük egymástól szöveteik és szerveik különböző szerkezete és működése alapján.

A magasabbrendű növények szerkezete, szövetei és szervei a növényi anyagcsere sajátosságának és helyhez kötött életmódjának megfelelően alakul ki, míg a szaporodás, az öröklés alapjelenségei közösek az állatokéval. A fejlődésben már természetszerűleg nagy különbségek merülnek fel.

A zöld növény szöveteinek és szerveinek kialakulásában a növényi táplálkozáshoz alkalmazkodik, amelynek két ellentétes pólusa a talaj és a napvilág. A zöld növény «autotroph», szervetlen anyagot szervessé áthasonító szervezetében a talajból a gyökéren át felszívott vizet és sókat, a levegőből felvett szén-savat a levélzöld a napfény hatására, fotoszintézis útján alakítja át szénhidrátokká, zsírokká, fehérjévé. A klorofil a szervetlen, el nem égő anyagokat elégő, szerves, az állatok táplálékául szolgáló anyaggá alakítja át, ekként az ásványok és az állatok világa között kapcsolatot teremt. A növényzöld szemcséinek vékony rétege fogja fel és nyeli el a nap sugarait, alakítja hővé a sugárzó energiát és használja fel fotoszintézisre. Ezért a növényi szervezet felépítésének alapelve a nagy, fénynek és levegőnek kitett külső felület kialakítása és nedv-közlekedés létesítése a gyökér és a levélzet között, míg az állati szervezetben a belső kiválasztó és felszívófelület kialakítása az alapelv. A növény helyhez kötöttségével

függ össze már egyes sejteinek cellulózéfaluk által feltételezett merevsége, míg az állati sejtek mozgékonyak, idomulók. Az állati szervezet szöveteinek és szerveinek mozgékonyasága az állat táplálkozásához alkalmazkodott, amely közvetlenül vagy közvetve növényekre utalja az állatot és az embert, mert csak a növények-teimelte kész szerves táplálékból tarthatják fenn magukat, miután «heterotroph» szervezetük a szervesetlen anyag áthasonítására nem képes. A növényevő állat legel, felkeresi növényi táplálékát vagy, ha húsevő, üldözi, megragadja zsákmányát megfelelő szerveinek segítségével. Az állat a bekebelezett táplálékot és a belélegzett levegőt testének üregeiben halmozza és dolgozza fel.

Kivételek ez általános elv alól egyes alacsony rendű mikroszkópos növények, amelyek mozgékonyak, szeivetlen és szerves táplálékból egyaránt felépítik szervezetüket, mint a kék és zöld rajzó moszatok. A növényzöldet nem tartalmazó gombák a holt szervezetek anyagából élnek' vagy az élő szervezetben élősködnek. Magasabbrendű, egyhelyben élő növények között is találunk ragadozó fajokat, melyek illatos és mézes váladékkal csalogatják magukhoz a rovarokat, célszerű berendezésekkel üregükbe zárják és az ott felgyülemelő nedvben, mint az állatok gyomrában megemésztik. Az ilyen húsevő növényeknek mintegy 500 fajtát ismerjük. Állati táplálék nélkül, növények módjára is megélnék. A Keletázsia mocsaraiban honos nephentes, amelyet növényházaink gyűjteményeiben is láthatunk, lelógó tojásdad tartályának tüskés, mézes sikamlós pereméről a rovarok behullanak az Összetételében az állati gyomornedvhez hasonló váladékot tartalmazó üregbe, amelynek fedele az emésztés tartamára bezárul. A dionaea tüskékkel borított mézes levelei, ha légy száll rájuk, összecukódnak és az így keletkezett tasakban emésztik meg zsákmányukat. A nálunk is honos drosera-fajok összeboruló, bunkószerű nyúlványaikkal ejtik rabul a rovarokat.

Az állatokra jellemző nagyobb ingerlékenység egyes növényekben is kifejezett, ami például a mimóza leveleinek érintésre bekövetkező összecukódásában nyilvánul

meg. Egyes növényeken külön érzősejtekkel bíró érzékszervek fejlődnek ki.

A növények mozgásképesége sem oly korlátolt, amint addig hitték. A helyhez kötött, meggyökeresedett, legmagasabbrendű növények részei folytonos mozgásban vannak, csak hogy mozgásuk oly lassú, hogy közvetlenül nem vesszük észre. Meggyőződhetünk erről, ha lassított filmfelvételt készítünk a növényekről és gyorsítva vetítjük. A másodpercenkénti normális 16 felvétel helyett például csak egy vagy több percenként vesszük fel napokon keresztül a növényt és a filmet oly gyorsan pergetjük le másodpercenként legalább 16 kép egymásutánjában, hogy a látásunk által meg nem különböztethető pillanatok egybeolvadásával a mozgás folytonosságának benyomását nyerjük. Ekkor a növények szárait és leveleit folytonos heves legyező, csapkodó mozgásban látjuk, a virágnylás a ritmusos mozgások gyönyörű jeleneteiben tárul elénk.

Ezzel szemben egyes állatok, mint a szivacsok, sőt magasabbrendű rákok egyes fajai is, növények módjára helyhez kötötten élnek, mozdulatlanul, külső ingerekkel szemben nagymértékben érzéketlenül.

E kivételes esetektől eltekintve, a növények és állatok szövetei és szervei között az életmód és a táplálkozás különbözősége által feltételezett szembetűnő különbségeket találunk. A növényi szövetek felépítésében a növényi sejtre jellemző szilárd cellulóze-sejtfal és a növényzöld jelenléte szabja meg alapvetően az állati szövetektől különböző jelleget.

A legalacsonyabbrendű növények sejtjei, mint a nyalkagombák lyxamoebái és plazmodiumai csupaszak, nincsenek merev sejtfallal körülzárva. Ilyenek a növényi rajzó- és ivarsejtek is. A szerveződés legegyszerűbb fokán a hasonló alakú és működésű sejtek a sejtosztás után sejtfonalak, lemezek vagy tömör testek alakjában összefüggésben maradnak egymással, midőn viszonyosság fejlődik ki közöttük. A talajba kapaszkodó sejtek a növény rögzítését végzik és a szervetlen táplálék oldatát szívják fel. A növény kiálló részének szövetei az anyagcserét és a táplálék közvetítését végzik. A talajból felvett vizet

és az abban oldott sókat felfelé, a fotoszintézis útján áthasonított szerves anyagokat a növényzöldet tartalmazó sejtek úgynevezett chlorenchy ma-szövetétől lefelé szállítják a növényi szervezet minden részébe. Ekként alakulnak ki a növény szervei, a gyökér, a szár és a levélzet és módosulnak a mozgás, szaporodás és érzékelés szerveivé, i A növényi szervezet különbözőzése folyamán különböző feladatokat végző sejtípusok alakulnak ki, amelyek egymással a sejtfaalak által szoros összeköttetésben, egységes élethivatású szövetekké tömörülnek. A parenchyma-sejtek a növény táplálkozásában és anyagcseréjében szerepelnek. A prosenchyma-sejtek támasztó feladatokat és nedvek szállítását végző szövetekben tömörülnek. A növény külső védelméül szolgálnak a bőrszövetek. A merisztéma-szövet vékonyfalú, oszlásraképes sejtekből áll. A növény tenyészőcsúcsain, de egész szervezetében elsősorban is található. E szövet révén a növény szaporodása a nemi szaporodáson kívül is lehetséges, amint az dugványozás által is megvalósul. A gombák különleges szövetét képezik a «hyphák» hosszú fonalai, amelyek a talajt vagy a szervezetet, amelyen a gomba élőködik, micéliumokkal szövik át.

A növényi szövetek kialakulásában mindeddig csak a sejteknek tulajdonítottak szerepet. A sejtek átalakulásából magyarázták a növényi rostok rendszerének, a növények nedveit szállító csatornáknak, mint a vízszállító tracheidáknak, a tej nedvet, gyantát és más anyagokat szállító csöveknek és edény nyaláboknak a kialakulását. A szilárdító, stereoma-szövetek, a fiatalabb, nedvdús collenchyma- és a megkeményedett, elfásult ásványi anyagokkal telített sklerenchyma-szövet kialakulásában csak a prosenchyma-, collenchyma-, illetőleg sklerenchyma-sejteket vették tekintetbe, midőn lényegében éppen úgy, éppen oly helytelen kérdésfeltevéssel, de bizonytalanabb, határozatlanabb formában merült fel a növénytanban a probléma, hogy a támasztószöveteknek a sejt szorosabb fogalma alá nem vonható sejtközötti anyaga és rostokká alakult képződményei élőnek vagy élettelennek tekintendők-e? A collenchyma-szövetet, a fiatal, növekedésben

levő növényrészek támasztószövetét, miután cellulózéból álló sejtfalakat tartalmaz, egészében élőnek tekintik, ellentétben a keményebb, szervesetlen anyaglerakódásokat tartalmazó szilárdító és támasztószövetekkel, amelyek holt sejtekből épülnek fel.

Az állati szervezet rostrendszereinek és érrendszereinek keletkezésére és jelentőségére vonatkozó felfogásom az elasztomotoros rostmechanizmusra alapított elmélettel oly általános nézőpontokat teremt, amelyek a növényi szervezetre is vonatkoztathatók. A növényi sejthártya a sejtek anyagcseretermékéből, váladékából alakul ki a sejteken kívül, az egyes sejtek között; eleinte mint vékony, rugalmasan nyújtható hártya, amely később megvastagodik és megmerevedik. A növényi sejthártya vagy sejtfal egyáltalában nem tartozik a sejthez. Ha a sejt citoplazmája a fiatal sejtekben teljesen hozzá is simul a sejtfalhoz és kitölti üregét, sőt idősebb sejtekben is, amelyekben sejtnedvet tartalmazó üregek keletkeznek, ha csak vékony szegély alakjában is, — nem függ azzal egységesen össze. Az úgynevezett plazmolízis-kísérletek igazolják ezt, midőn a sejtnedvnél nagyobb töménységű, a sejtfalon keresztüláramló oldat hatására a citoplazma leválik a sejtfalról. Kifelé a sejtfal irányában a plazmaíemmának vagy plazmodermának, befelé a sejtüreg felé tonoplasztának nevezett, tulajdonképpeni sejthártyával határolódik el, amely a citoplazmával tényleg szervesen összefügg. A növényi sejtfalak összefüggő rendszerét tehát a sejtek élettelen váladékából származó alakulatnak kell tekintenünk, csakúgy, mint az állati sejtek és szövetegységek között megfelelő vegyi és mechanikai feltételekkel kialakuló elemi rostrendszert.

Ha a növényi sejtfalak rekeszekből álló rendszerét és az állati kötőszöveti rostrendszert egymással analógiába állítjuk, a növények és az állatok szerveződésének értelmezésében éppen olyan jelentőségű és értékű közös nézőpontot nyerünk, mint a sejtszerkezet közösségében, amely az utóbbit kiegészíti és betetőzi s a növények és állatok szerveződésének ismeretét kölcsönösen gyarapítja.

A növényi sejtfal anyaga lényegesen különbözik az

állati fehérjetermészetű rostanyagtól. A cellulózé a szénhidrátokhoz tartozó cukorszarmazék. A sejtfalakat felépítő egyéb «membranin» anyagok, a hemicellulozék, pectin, suberin, cutin, chitin vagy nyálkaanyagok már nitrogéntartalmú anyagokkal is lehetnek keverve. A növényi sejtfal anyaga olykor az anyagcsere folyamán meg is változik, elnyákosodik, elmézgásodik, elfásodik, midőn ligninanyagok rakódnak le a sejtfalban és azt szilárdabbá teszik, elkovásodik, például egyes moszatokban, vagy, mint az állati kötőszövetbe, mészsók rakódnak belé.

A sejtfalak között levő kis nyílásokon át a sejtfalak közé zárt sejtek között összeköttetések jönnek létre. A sejtfalon réteges megvastagodás, felrakódás képződhet, az egymáshoz illeszkedő sejtfalak között sejtközötti anyag halmozódhatik fel, sarkaikon sejtközötti járatok keletkeznek. A megnyúlt sejtfalak a sejt pusztulása után hosszában a válaszfalak eltűnésével csőszerűen egybeolvadnak és gázokat vagy nedveket szállító csövekké, hosszú rostokká alakulnak át, mint az edénynyalábokban. Ekként a növényi rostok, mint a len, kender, csalán és más textilanyagok rostjai 1—20 centiméter hosszúságot is elérnek. A sejtfalak összefüggő üregét léces, gyűrűs, csavarmentes vagy hálózatos megvastagodás szilárdíthatja, hasonló technikai elvek szerint, mint amelyek az állati szervezet csontrendszerének felépítésében érvényesülnek és a legkevesebb anyag felhasználásával a legnagyobb szilárdságot biztosítják. A növények sejtfalrendszerének, az abból kialakuló szilárdító és támasztószövetrendszernek és az állati kötőszöveti rostrendszernek és támasztószöveteknek egybevetésében az anyagi különbözőség nem lehet logikai akadály. A szervezetek azonos működésű, analóg szövet-szerkezetei igen különböző anyagi összetételűek lehetnek, a szervezet rendelkezésére álló nyersanyag minősége szerint, olykor még egyazon fajon belül is. A mellett a növényi sejtfal anyaga és az állati rostanyag fénytörés tekintetében megegyeznek, nemkülönben abban is, hogy ezüstsókkal feketére impregnálhatók. A növényi sejthártya felületén rostos szerkezetre valló csikoltságot is észlelhetünk.

A növényi sejthártyarendszer merevsége az állati rost-

rendszer rugalmas nyújthatóságához képest összhangban van a növényi és állati szervezet mozgékonyasága között levő alapkülönbséggel. A növényi sejtfalrendszer és az állati elemi rostrendszer és származékaiknak biológiai egybevetése ezúttal jut először tudományos kifejezésre. A szerveződés általános problémájában a sejt és a szervezet egésze között levő vonatkozások tudományos kutatásában és értelmezésében új általános biológiai nézőpontot teremt. E nézőpontból a növényi szervezet a szerveződés legszorosabb formája. Benne a szervezet egyes sejtjei a helyhez kötöttség növényi jellegében egyénenkint és egyenkint elkülönítve, életfogytiglan a szerveződés közösségének celláiba vannak bezárva, individualitásuknak az állathoz képest csökkent fokán.

A növények fajainak szövetei és szervei nagyon különböznek a szerint, hogy vízben vagy szárazon élnek, különösen a szilárdítószövetek minőségében, miután a vízinövények kisebb szilárdság mellett is fenntartják magukat. A vízinövények gyökérzete is gyengébb vagy hiányzik, miután közvetlenül a vízből, testfelületükön át is felvehetik a táplálékot. A szárazföldi növények szöveteinek és szerveinek kialakulásában a nedvességviszonyoknak is nagy szerepük van.

A növényi szervezetben a táplálkozás és különösen a szaporodás szervei bonyolult szerkezetűek, míg a mozgás és érzékelés szervei kezdetlegesen alakulnak ki.

Az állati szervezet szövetekre és szervekre való tagolódása sokkal kifejezettebb és egységesebb. A legegyszerűbb soksejtű állati szervezet mintája az édesvízi hidra, az ürbélűek osztályához tartozó, vízi növényzethez tapadó, csőszerű állatka. Két rétegben elhelyezkedő sejtsora a test egységes üregét zárja körül, s ennek egyetlen nyílása a táplálék befogadására és egyben az ürülék kiküszöbölésére szolgál. E nyílás közelében tapogatók erednek. Ezekben sok csalánsejt van. A magasabbrendű férgek belsejükben bélcsővel is rendelkeznek. Minél magasabbrendű az állat, annál több szövet- és szervrendszere van. A szöveteknek több fajtáját különböztetjük meg. A hámszövetre jellemző, hogy különböző, lapos, kocka vagy henger alakú sejtjei

sejtközötti állomány nélkül szorosan egymás mellett helyezkednek el, egy vagy több rétegben. A hámsejtek a test külső felületét borítják és belső üregét bélelik, váladékot termelő mirigyeket alkotnak, amelyeknek váladéka a táplálék megemésztésében vagy a bomlástermékek kiválasztásában szerepel. Mirigy váladék a tej is, a pókháló anyaga, a méhek viasza. A mirigyek működésének ellentéte a felszívódás, amely a hámsejtek közvetítésével kis mértékben bármely hámos felületen, különösen a bélbolyhok által történik. A belső elválasztású mirigyek, mint például a pajzsmirigy, a mellékvese váladéka, egyenesen a vérbe jut és az egész szervezetben kering.

Egyes hámok ingerfelvételre különbözödnék és az idegrendszerrel kerülnek kapcsolatba.

A test nedvei alacsonyabbrendű állatokban a szövetek hézagain át keringenek. A gerincesekben zárt vérkeringés alakul ki a szív kifejlődésével, amely a vérerek központjába iktatott izmos szervvé fejlődik. A gyomor az emésztőcsatorna kitágult, izmos részlete gyanánt jelenik meg. Az egyforma működésű szövetek és szervek szövet- és szervrendszerekké egyesülnek. Ilyenek a támasztószövetek rendszerei, a kötőszövet egymásbarendezett rostrendszerei, a csontvázrendszer, az izomrendszer, az idegrendszer, amelyeknek az egyszerűbbtől a legbonyolultabb szerkezetű változatait látjuk a különböző állatfajokban.

A sejteket szövetté a sejtközötti állomány avatja, amelynek kialakulása a szervezet egészének egységes erőrendszerében jön létre és oszlik meg a szövetegységekben. Újabb vizsgálatok kimutatták, hogy a sejteken kívül kialakuló elemi rostrendszer irányítja a növekedést, szabályozza a szervezett sejtélet működését. Az elemi rostrendszer kialakulásában az egyes sejtek anyagcseréje részéről -megnyilvánuló vegyi behatások és mozgás jelenségeik mechanikai hatásai lépnek a környezetben uralkodó vegyi reakciókkal és erőviszonyokkal vonatkozásba: végtelenül finom kölcsönhatásaikban tartják fenn és szabályozzák az egész szervezeten keresztül a működéseket. A sejtek, a sejtközötti állomány, a rostrendszerek, a szövetek és szervek, valamint a szervezet egésze között fennforgó ko-

ordinációkban és korrelációkban megnyilvánuló végtelenül bonyolult és szövvényes jelenségeket csak egyszerűbb rész jelenségeikben foghatjuk fel és értelmezhetjük. A szerveződés lazább, időleges életformáinak, az egysejtű szervezetek telepeinek tanulmányozása a szerveződés alapelveivel ismertet meg bennünket, ha a soksejtű szervezetet is mint egysejtű szervezetek társulását fogjuk fel. Az egysejtű szervezetek élet jelenségeivel a soksejtű szervezet kötelékében élő egyes sejtek élet jelenségeit összehasonlítva, számos találó analógiára akadunk, különösen az állati szervezet nedveiben szabadon mozgó sejtekkel és a szervezet szöveteit és szerveit átható laza kötőszövet mozgékony sejtjeivel. Az alacsonyabbrendű szervezetekben, mint a magasabbrendű növényi szervezetben nagyobb a részek önállósága olyan értelemben, hogy az egyes testrészekből a szervezet egésze újból kifejlődni képes. A sejtek megtartják eredeti, a fejlődés kezdetlegesebb szakaszaira jellemző képességüket. A szervek szerkezetében is egyszerűbb viszonyokat találunk

A magasabbrendű szervezet különböző fejlődési szakaszainak átmeneti állapotai és a kifejlődött alacsonyabbrendű szervezetek végleges állapotai között párhuzamot vonhatunk és az egyes fejlődési szakaszok összehasonlítása alapján érthetjük csak meg a bonyolult szövet- és szervrendszerek szerkezetét.

Kóros viszonyok között az élet jelenségek sokszor egyoldalúan és hiányosan folynak le, egyszerűbb, áttekinthetőbb módon. A magasabbrendű szervezet sejtjei visszanyerik individualitásukat, mozgási és szaporodási képességüket, amelyek különbözősükkkel csökkentek vagy veszendőbe mentek. A lob jelensége szolgáltat erre bőven példát, vagy a rosszindulatú daganat sejtjei, amelyek a szervezet életrendje alól emancipálódva, anarchiában élnek, önállóan, egysejtű amöbák módjára táplálkoznak, mozognak és szaporodnak.

A szövetkialakulás és a szerveződés értelmezésében korszakalkotó haladást jelent a szövettenyésztés.

A szövettenyésztés, amelyről még nemrég azt hitték, hogy a szervezetből elkülönített piciny szövettöredék

sejtjei törvényszerűség nélkül szaporodnak benne a mesterséges táptalaj és környezet hatása alatt, újabb kutatások alapján valóságos sajátos mesterséges szervezetnek bizonyult. A szövettényészetben nemcsak a sejtek életjelenségei nyilvánulnak meg, hanem közösségük szerveződésének törvényszerűségei is, amelyek a szerveződés általános törvényszerűségeinek felelnek meg a mesterséges életfeltételekhez való alkalmazkodásukban. A szövettényészetben a sejtek mesterséges, vérsavóból, vagy legjobban a növekedést serkentő anyagokat, «trephonokat» tartalmazó embriópréslével és megfelelő sóoldattal kevert, a vérsjektől különválasztott megalvadó véi plazmából álló táptalajon, üvegebe zárva találják meg életfeltételeiket. Tényészetük rövid időközökben újabb és újabb táptalajba átültetve, az eddigi tapasztalatok szerint korlátlan ideig életben tartható, midőn a mesterséges élettelen életközeggel, a táptalajjal és az üvegrekesz felületeivel kölcsönhatásban alakítja ki szervezetét. Ez a mesterséges szervezet, amilyen — mint azt egy kiváló szövettényésztő mondotta — a természetben nem fordul elő, a legalkalmasabb arra, hogy a szerveződés, a szövetképződés és a növekedés elemi jelenségeit közvetlenül, áttekinthetően megfigyelhessük s összehasonlíthassuk a szervezetben sokkalta bonyolultabb viszonyok között végbemenő folyamatok egyes részjelenségeivel. Ekként a szövettényészet szervezetét az összehasonlító anatómiai és fiziológiai kutatás körébe vonhatjuk.

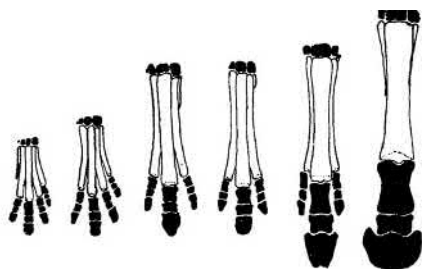
A szövettényészet szerveződésében, amint azt a tanítványaimmal végzett kísérletek hosszú sorozatában kimutattam, a sejteken kívül kialakuló elemi rostrendszer játssza a legnagyobb szerepet. A mesterséges szervezet minden működése «elasztomotoros» mikromechanizmusa értelmében megy végbe. A rostszerkezet a szövettényészetben és a benne uralkodó feszülések erővonalai mentén alakul ki, finomabb szövevényeiben a sejtek közreműködésével. Kialakulását kifeszítés által kísérletileg is befolyásolhatjuk és ezzel irányíthatjuk a szövettnövekedést. Magára hagyva, a szövettöredékben rejlő szerveződési tényezők a sejteket a származásuknak megfelelő szervek

felépítési alakulatainak létrehozására készítetik. A csirkeembrió szívének kis töredéke a szív szerkezetét parányi méretekben utánzó alakulattá fejlődik, a szívdobogásnak megfelelő időszakos összehúzódásokat végez. Szerkezetének kialakulásában és működésének szabályozásában az egyedüli tényező az elemi rostrendszer, amely az állati szervezetben szereplő izom- és idegműködést helyettesíti. Az embrió vesetelepének sejtcsoportjából a vese bonyolult szerkezetének elemeivel miniatűrje fejlődik ki, a kiültetett milliméteres béldarabka egységes szervezet gyanánt él és mozog a tenyészetben.

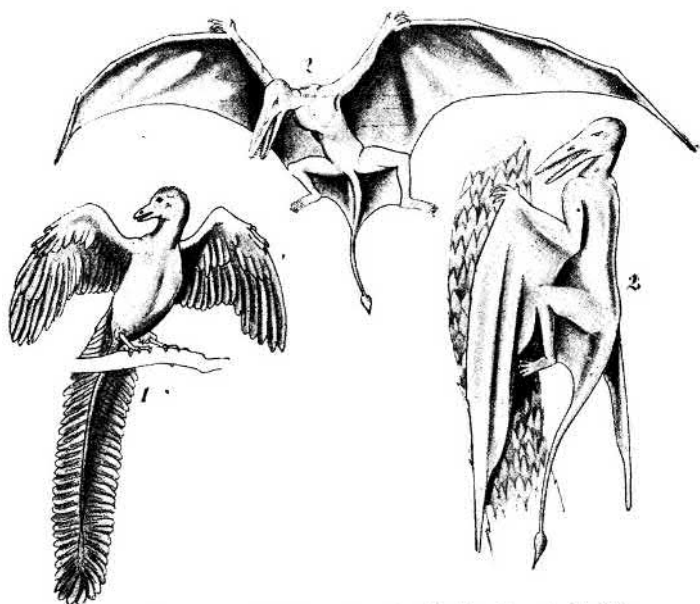
A szövettanyészetben tehát nemcsak a sejtek nyerik vissza a szerveződés és a fejlődés alacsonyabb szakaira és az egysejtes életre jellemző sokoldalú képességeiket, hanem a szövettanyészet szerkezetének egésze is visszakapja az alacsonyrendű szervezetek ama képességét, hogy újraképezze ama szerv egészét, amelyből származott. Ezzel a ténnyel nemcsak a szövettanyészet egyes sejtjei válnak hasonlatossá alacsonyrendű szervezetek sejtjeihez és az egysejtű szervezetekhez, hanem a szövettanyészet egységes szervezete is oly tulajdonságokat nyer, amelyek csak alacsonyrendű szervezetekben nyilvánulnak meg. Például planáriák szerkezetének akár egy kétszázad részéből is újraképződik az egész állat, de rendkívül kicsiny arányokban; hasonlóképpen a szívtenyészetnek a szív csekély hányadát kitevő szövettöredéke a szív egészének idomát és szerkezetét egészíti ki önmagából.

A szövettanyészetben sikerült a sejtek alakváltozásainak, oszlásának, mozgásjelenségeinek tüzetesebb megfigyelése is, különösen a lassított mikrokinematográfia útján. Újabb kísérletek a szövetkülönböződés és a szövet szaporodás ellentétes viszonyát is meglehetősen tisztázták.

Legújabbán Carrel és Lindbergh egész szervek mesterséges életbentartásának problémáját oldotta meg: a szervezetről eltávolított szerv mesterséges életfeltételek között növekszik. A még kiaknázatlan módszer a növekedés problémájában sokatígérő, mert megismerjük és megkülönböztethetjük általa a szervezet egészében és a szerv-



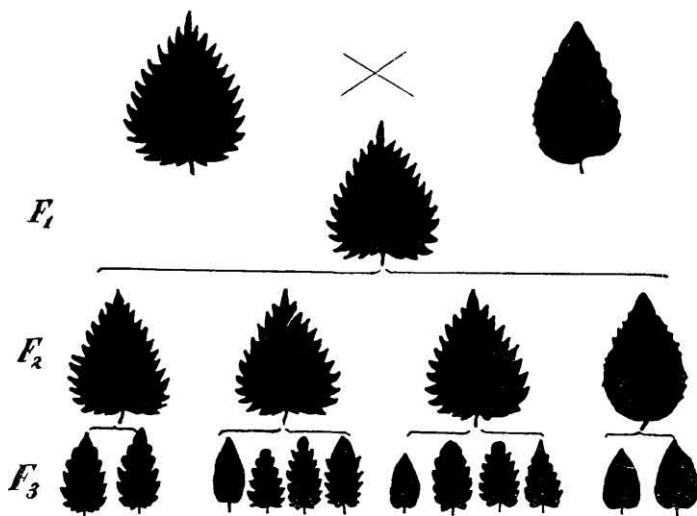
A ló első lábának kialakulása a faj fejlődése során. (Abel-Kühn után).



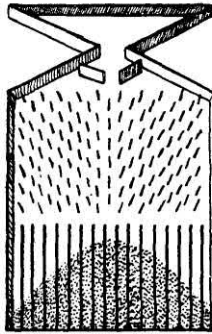
Az archeopteryx (1) és a pterodactil (2) rekonstrukciója. (Wells után).



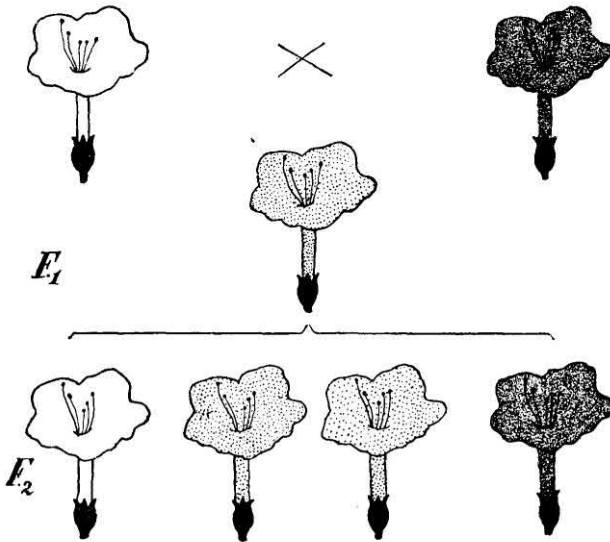
Mendel.



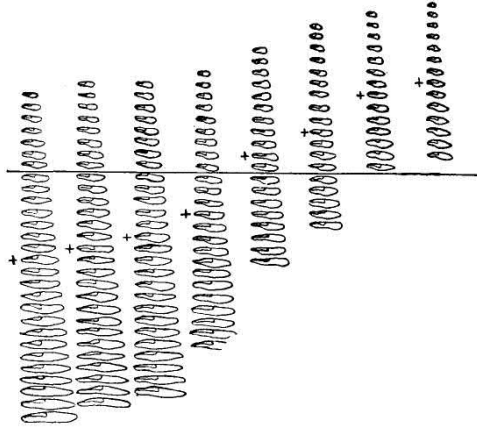
A fűrészes és épszélű csalán keresztezéséből származó utódok.



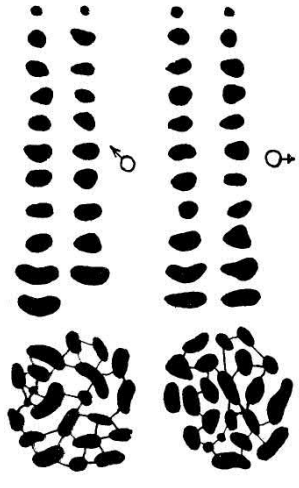
A Galton-féle
készülék.
(Baur-nyomán).



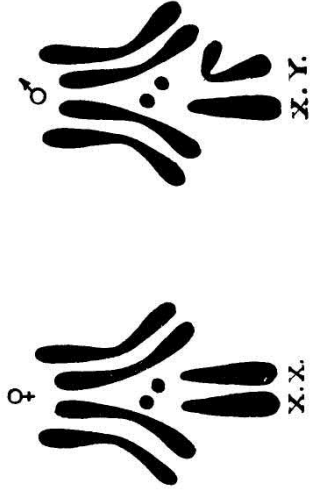
Az estike (*mirabilis jalapa*) öröklési típusa. A fehér és piros estike kereszteződéséből az első nemzedékben csak rózsaszínű utódok keletkeznek.



Paramaeciumok nyolc tisztavonalú tenyésztésének fluktuáló variációja. (Jennings után).



A hím és nőstény anasa trisztis kromoszomái. (Wilson után).



A nőstény és hím gyümölcslepleg kromoszomái. (Bridges után).

ben magában rejlő tényezőket, amelyek a szerv magános életében kifejezésre jutnak.

Az állati szervezet sejtformái, szövetei és szervei már a pete fejlődésének korai szakában alapszövetekké különülnek és úgynevezett ősi szervekké a csiralemezekben, aminek analógiáját a növények fejlődésében nem találjuk. A szövetekké egyesült sejtekben, amint a szövettenyésztéssel kimutathatjuk, szervképző sajátosságuk nyomban érvényesül és a sejtek közötti élettelen állománnyal kölcsönhatásban szerveződnek, sejtközösségük egységesen tagozódik és helyezkedik el a fejlődés átalakulásai során. A fejlődés kezdeti szakában és az alacsony rendű állatokban rétegesen elhelyeződő külső, középső és belső csiralemez származékai egymást áthatják. A külső csiralemezből fejlődik a testet kívül beborító bőr, az érzékszervek és az idegrendszer, amely a magasabbrendű szervezetekben a test belsejében központosul. A középső csiralemezből a vér, az izomrendszer és az egész szervezetet átszövő kötőszövet fejlődése indul ki, amelynek egy része a test szilárd porcos és csontos vázrendszerévé alakul. A belső csiralemezből az emésztőkészülék származik a hozzátartozó mirigyek rendszerével.

A szövetek és szervek szerkezetének és működésének részletes leírása, különösen ha általános biológiai nézőpontból a különböző állatfajokban megnyilvánuló sajátosságok összehasonlításával történék, meghaladná e munka kereteit és elvonna az élet további általános jelenségeinek ismertetésétől. Ezért csak néhány példa felsorakoztatásával emeljük ki az állati szervezet szöveteinek és szerveinek jellegzetes tulajdonságait.

Az állati szervezet felépülésének egyik fő elve, amint már hangsúlyoztuk, az állatok táplálkozásának megfelelően, a nagy külső felület képzésére törekvő növényi szervezettel ellentétben, hogy a fejlődés folyamán a belső üregek emésztő- és felszívófelületei növekednek. Azonkívül az állati szervezet felépítésében az állat helyváltoztatásának szintén a táplálkozás módjával összefüggő szükséglete is szerepel, valamint az ingerlékenység nagyobb foka. A táplálkozás, a mozgás és az érzékelés szer-

veinek különleges kialakulása és működése jellemző az állatra. Az anyagcsere, az ingerfelfogás és a mozgás szervei az állat életközege szerint módosulnak. A felső végtagok az életmód szerint a járásra szolgáló, az ujjak között levő hártvás összeköttetésekkel úszásra is alkalmas lábakká, repülésre kialakult szárnyakká, a vízben élő állatoknál uszonyokká fejlődnek. A földről felemelkedő emberben felszabadulnak és kézzé ügyesednek működésük szerint analóg szervek gyanánt. Ilyen hasonló működésű szerv a szárazföldi állatok tüdeje és a halak kopolyúja, amelyek lélegzés céljaira módosulnak az életközeg különbözőségéhez képest, noha fejlődésük révén nem áll fenn közöttük közösség, mert a tüdőnek a halban az úszóhólyag felel meg. Az ilyen azonos működésű, de különböző fejlődésű és származású szerveket homológ szerveknek nevezzük.

Az állatok vázrendszerének kialakulásában az azt mozgató izomrendszerrel vonatkozásban különböző állapot alakul ki. A rovarok külső, chitinanyagból kialakuló vázrendszerét — amely nem azonos a gerincesek csontvázával, mert a külső bőrből alakul ki — az izmok belülről mozgatják, míg a gerincesek csontjait kívülről, a mozgás lehetőségeinek fokozásával.

A szervezetben uralkodó célszerűség s tervszerűség a szerkezet és működés egységében, különösen szembetűnően a csontszövet felépítésében nyilvánul meg. A csontok felépítésében is a térkihasználás, az anyagmegtakarítás elve érvényesül, midőn a csontok a lehető legkevesebb anyaggal a legkisebb súly mellett a legnagyobb szilárdságot érik el. A csontok ezért üregek, az üregeket más rendeltetésű szövet, a csontvelő, a vérképzés szerve tölti ki. A szivacsos csontállomány gerendázata, amint azt mérésekkel kimutatták, tartó vázak, emelődaruk és más technikai konstrukciók felépítésének elveivel azonosan alakulnak ki, a húzási és nyomási trajektóriák erővonalrendszerének megfelelően. A csöves szerkezetű hosszú csontok tömör, szabad szemmel egyneműnek és teljesen merevnek látszó csontállományában mikroszkópos nagyítással a hüvelyszerűen egymásba rendezett csonthengerek rendszerét látjuk. E hengerek lemezeinek bizonyos fokú mozgékonyágát a beléjük ágya-

zott piciny üregekben elhelyezkedő csontsejtek összefüggő nyúlványai és a csontlemezekben áthatoló rostok korlátozzák. A csontállomány ezért a benne felhalmozódó nagymennyiségű ásványi anyagok ellenére is rugalmas, szerkezete a mechanikai igénybevétel szerint — korrelációban az izomrendszerrel — a testsúly változásával módosul statikai viszonyokkal párhuzamosan folyton átalakul a szerves csontállományt felépítő és leromboló sejtek működése folyamán.

A szövet- és szervrendszerek a szervezet külső és belső életfolyamatainak közvetítésével a sejtek milliárdjainak életfeltételeit biztosítják. A magasabbrendű szervezet üzemének arányairól némi fogalmat alkothatunk magunknak, ha az anyag- és gázcseré bonyolult útjait követjük, amelyek arra irányulnak, hogy a szervezet egyes sejtjeinek táplálkozását biztosítsák és bomlástermékeiket elszállítsák. A sejtek belső lélegzéséhez szükséges oxigént a tüdő veszi magába, amelynek hólyagokra tagolódott, nagyki-terjedésű, lapos sejtekkel bélelt belfelületén, a hajszálerek behártyáján és lapos sejtrétegén keresztül a vörös vérsejtekben cserélődik ki az elhasznált levegő szén-savával. Az ember tüdején percnként 21 liter vér halad át s ez három és fél liter oxigén elnyelésére képes. A vér minden köbmilliméterében ötmillió vörös vérsejtet tartalmaz, összesen 30,000 milliárdra becsülik az ember vörös vérsejtjeinek számát, gázelnyelő felületük összesen mintegy 3500 négyzetmétert tesz ki. A ló vörös vérsejtjeinek felületét 22 négyzetkilométerre becsülték, amely területen nagy város is elférne. A gyomor mirigyeinek felszíne kiterítve mintegy négy négyzetmétert tenne ki, a vékonybél felszívófelülete mintegy 43 négyzetmétert. Ha számbaveszünk a kötőszöveti hártályak és rostok felületét és a testünket alkotó sejtek milliárdjait, — csak az agykéreg idegsejtjeinek számát 600 millióra becsülik — megérthetjük, hogy mily nagy szerepük van a felületi erőknek a szervezet életében.

Az emésztőrendszerben a vegyi folyamatok szabályos egymásutánja kíséri a táplálékot az emésztés és a felszívódás útjain. A felszívódott tápanyagot a vérkeringés

szállítja a test sejtjeihez, amely a hajszáleréket körülvevő finom kötőszöveti hártványon át jut a sejteket körülvevő belső környezetbe, amelyből a sejtek bomlástermékeit veszi fel és üríti ki a kiválasztás szervein át. A vér a különböző belső elválasztású mirigyek váladékát, a hormonokat is felveszi, amelyek az egész szervezet működésére kihatással vannak. A here belső elválasztást! sejtjeinek terméke a másodlagos nemi jellegek kifejlődését idézi elő. A mellékvese hormonja a verőereket szűkíti, a vérnyomást fokozza. Más ilyen mirigyek váladékai is, sokszor egymással ellentétes szabályozó hatást fejtenek ki.

Az állati szervezet sajátos szervrendszere az idegrendszer, amely a különböző működések között levő vonatkozásokat fenntartja, a szervek együttműködését biztosítja, a külvilág ingereit az érzékszervek felől közvetíti és öntudatra hozza. Az érzékszervek igen változatos szerkezettel alakulnak ki a különböző állatokban a tapintás, a fény, a hang, a hő, a szag és az íz felfogására.

A szövetek és szervek anyaga a szervezet külső alakjának és belső szerkezetének fennmaradása mellett a szervezet halála után is kicserélődik és vegyi átalakuláson megy át a környezettel fenntartott anyagcsere folyamán, amennyiben a szervezet nem indul gyors feloszlásnak. Fossziliák, szervezetek kőzetekbe zárt maradványainak szövetei mineralizálódnak, alakjuk fennmaradásával megkövesednek, eredeti anyaguk helyébe más anyag lép. A földben fekvő csontok mészevegyületei helyébe a környezet anyagaival való kölcsönhatásban más anyagok kerülnek. Bizonyos talajban az izomzat szerkezetének megmaradásával viaszszerű zsíros anyaggá, úgynevezett adipocerává változik.

A TERMÉSZET SZERVEZETE.

A szerveződés jelenségét eddig a sejten belül és a sejtek növényi és állati szervezetének egységén és egyéniségén belül ismertük meg, valamint ez individualitási fokozatok vonatkozásaiban. A szerveződés fogalma azonban korántsem merül ki az individuumokban testet öltött zárt élet-egységekben, hanem kiterjed az individuális élet-egységek egymás között és élettelen környezetükkel fennállott és fennálló kapcsolatok, közösségek és vonatkozások szövvényes rendszerére, amelynek határai a térben és időben elmosódnak.

Miként igen tökéletlen volna ismeretünk valamely élőlény szervezetéről, ha kialakulásának, szerkezetének, működésének tényezőit egyéni fejlődésének kronológiai mozzanataiban és fajának múltjából öröklött alkati tényezőiben nem kutatnók, úgy igen keveset tudnánk meg szerveződéséről is, ha csak környezetétől elkülönítve, a külvilággal fennálló aktuális vonatkozásaitól elvágva szemlélünk.

Az élőlények kölcsönös vonatkozásai «az élet szövedékében oly bonyolultak, hogy nem sokáig követhetjük azokat a megismerés útján, de ez nem ok arra, hogy teljesen figyelmen kívül hagyjuk ezt a nézőpontot, amelyről az élet egységének körvonalai bontakoznak ki előttünk az anyag és az élet rejtélyes viszonyának mélyebb vonatkozásaiban.

Az élő és élettelen természet rendszerének egységében az élettelen anyag árja szűrődik keresztül szakadatlanul az élő szervezeteken. Az ásványi anyagok a vízben oldva

szívódnak fel a szervezetbe és ürülnek ki belőle. A szervezetlen anyagot, amint már többször szó volt róla, kizárólag a zöld növény veszi fel az élet körforgásába a levegőből, a vízből és a talajból. A növények a táplálék termelői, az állatok a fogyasztói. A táplálkozás különböző, egymást kiegészítő módja a növény- és az állatvilág között szerves életkapcsolatot létesít a természet egységében. A zöld növény sötétben, mint az állat, oxigént lélegez be és szénstavat lélegez ki, a fény behatása alatt azonban a növényzöld segítségével a légkör szénstavat veszi fel magába, abból építi fel nagyrészt szervezetét és a víz hidrogénjéből, amelynek oxigénjét kiadja magából. Az állat beszívja ezt az oxigént, égési folyamataiban hő és más energiák termelésére használja fel és szénstavat ad le helyébe. A gáz- és anyagcsere a növény és állat között levő munkamegosztás kifejezője a természet szervezetében. Az élő szervezet vegyi összetételében szereplő minden egyes elemnek jellegzetes útja van az élő és élettelen természet között való körforgásban.

A növény szervezetében a szénhidrátok, zsírok és fehérjék, a levegőből felvett szénstav, a talajból felvett víz, nitrogén és ásványi anyagokból hasonulnak át. E folyamat kezdete, mint tudjuk, a szénhidrátszintézis a levélzöldben a napsugár hatása alatt. Az állat vagy növényi, vagy állati, vagy vegyes táplálkozásában készen veszi fel és hasonítja át a szerves anyagot.

A növények és állatok táplálkozásának életközösségében az élő szervezetek egész sorozata nemcsak mint táplálkozó, vagy táplálék, hanem a növény talajának és a tápanyagoknak fizikai és kémiai átalakításában is részt vesz.

A növények talaja a termőföld, kőzetek szétmállásából keletkezik és akkor válik termékennyé, ha növényi vagy állati szervezetek felbomlásának és ürülekeinek anyagával keveredik. A talajbajutott víz, különösen, ha megfagy, végzi a porhanyítás durva munkáját, amelyet földműveléssel mesterségesen kiegészíthetünk. Azonban élőlényeknek is fontos szerepük van a talaj megmunkálásában, a benne lévő szerves anyagok felbomlásában, korhadásában és rothadásában. A földben élő giliszták, han-

gyák, sertelábú és kerekcső férgesek feltúrják a talajt, anyagait anyagcseréjükön keresztül finomítják és könnyen oldható állapotba hozzák. A legfinomabb földmunkát a baktériumok végzik. Előidézik a szervesanyagok rothadását és végső elemeire, nitrogénre és szénre bontják, mint a denitrifikáló baktériumok.

A nitrifikáló baktériumok viszont nitrátokat készítenek, mint a leguminozók gyökérgumóival együttélő baktériumok. Miután a zöld növény szabad nitrogént a levegőből vagy ammóniából nem képes felvenni, a növényvilág legalacsonyabbrendű szervezeteitől függ az összes élőlények élete. Baktériumok és más gombafajok szerepelnek a szerves anyagot lebontó, erjedéses és rothadásos folyamatokban.

A halott szervezetek anyaga igen rövid idő alatt kerül az élet keringésébe. Rovarak táplálékául, petéik táptalajául szolgál vagy baktériumok hatására elrothad, hogy a növények szervezetébe vétessék fel.

A növényi szervezet energiakészletet is raktároz. A lombhullató növények levele ősszel azért sárgul meg, mert a zöld klorofilje egyszerűbb vegyületeire és elemeire bomlik és mielőtt az őszi szél a leveleket az enyészetbe sodorná, más tartalékanyagokkal együtt a növény télálló részeiben, törzsében, tövében vagy gyökereiben raktározódik a növény tavaszi újraéledéséig, midőn energiája rohamos növekedésre, csírázásra, virágzásra, szaporodásra szolgál.

Amint a szervezetben nemcsak a sejteken belül halmozódnak fel átmenetileg a raktározott táplálékanyagok, hanem a növények és állatok sejtközötti állományában is, akként a természet rendszerében is az egyes élőlényeken kívül, a külső természetben a kőzetekben elhalt növények és állatok testének és anyagcseretermékeinek szervesanyaga tömegekben halmozódik fel úgynevezett biolithek alakjában. Növényi eredetű, úgynevezett phytobiolith a levegő szén-dioxidjából fotoszintézis útján keletkezett kőszén, a sejtközötti cellulózé elfásodásából korhadás útján keletkezett lignit, amelynek elszenesedése a barnaszén. Ezeknek hatalmas hőenergiája az idők folyamán, főként az

ipar közvetítésével, hő, fény és munka alakjában kerül újra az élet keringésébe.

A foszforvegyületek különösen állati maradványokból, a mész tömegei denitrifikáló baktériumok anyagcseréje útján halmozódnak fel. Ezek a természetben raktározott növényi és állati anyagok nemcsak az élőlények táplálkozásában, hanem környezetük kialakításában is szerepelnek, valamint az emberi technika alkotásaiban is. A mész például, amelyből kagylók és csigák háza, moszatok páncélja, emberek és állatok csontjai épültek fel, nemcsak a szervezetek vázrendszereinek felépítésében, de az ember lakásául, otthonául, menedékeül szolgáló házaknak felépítésében is nagy szerepet játszik.

Az állatok szervezetét védő és szilárdító kemény burkok és páncélok a legkülönbözőbb anyagokból, állati cellulózéból, szaruból, kitinből vagy szerves anyagból, de a szervezet anyagcseréje útján is képződnek és az úgynevezett vendégvázak között, amelyeket alacsonyrendű szervezetek ragacsos testfelületére a külvilágból ráakódott szemcsés törmelék alkot, — az átmenetek minden fokozatát megtaláljuk.

A növényi és az állati szervezetben láttuk, hogy a sejttindivíduumokon kívül élettelen anyagcseretermékükből az individuális sejttevékenység és az egész szervezet erőhatásainak kölcsönösségében a szerveződés anyagi tényezőiként kialakulnak a rostrendszerek és támasztószövetek technikai konstrukciói s ezek teszik a sejtek szerves vonatkozásainak alapját. Az egyes élő sejtek formaegységén kívül keletkező növényi sejtfalak és az állatok végső szövetegységeinek elemi rostrendszere a szilárdító, támasztó és nedvet szállító szövetek kialakulásának alapját képezik.

A természet szervezetének magasabbrendű egységében hasonló jelenséget észlelünk. Az élő szervezetek formaegységükön túl is kialakítólag hatnak a természet élettelen anyagára. Az élőlények a természetben életelemükkel, környezetükkel kölcsönhatásban alakulnak ki, környezetükből veszik fel az anyagot, energiát, ingereket, de maguk is kialakítólag hatnak természeti környezetükre, külvilá-

gukra, — szinte szószerinti értelemben beleélik magukat környezetükbe. Vízben élő apró férgek például szervezeteikből hüvellyé megkocsonyásodó anyagot választanak ki, amely búvóhelyükül szolgál. A vízi pók a búvárharang elvei alapján levegőkamarát alkot magának a víz alatt. A földi giliszta pontosan a testéhez szabott járatokat váj magának és finom szőreivel támaszkodva közlekedik bennük. A vakond, a hód, a vidra és sok más állat a föld alatt üregeket épít, a madár célszerű, életkörülményeinek megfelelő fészket rak. Rovarok a fában járatokat fúrnak, falevélből petéik védelmére tölcseréket, tasakokat képeznek. Pókok mirigy váladékukból hálót szőnek zsákmányuk csapdájául. Szinte vég nélkül folytatható az élőlények individuális tevékenysége által létesülő, szervezetükön kívüleső konstrukciók felsorolását, amelyeknek szerkezetében az egyes állatfajok alkata, életmódja, hajlama, szokásai époly jellegzetesen tükröződnek, mint testüknek külső alakjában és belső szerkezetében. A szervezeten belül a szerves kialakulás és a szervezeten kívül a szerves kialakítás között sokszor nem is éles a határ. A külső testfelület elhalt részeinek összefüggése el is veszhet, meg is lazulhat. A szervezet által termelt anyagból és idegen anyagok felhasználásával létrejött képződmények között sem éles a különbség.

Még jobban kidomborodik a közösség az élőlények szervezetének és a természet szervezetének megítélésében, ha egyes állatfajok és az ember társas közösségének technikai alkotásait vesszük szemügyre. A hangyák, darazsak, méhek, termeszek tisztán testükből kiválasztott vagy idegen anyag felhasználásával készült, társas közösségük hajlékaul, táplálékszükségletük raktáraul, ivadékok bölcsőjéül szolgáló építményekben és az emberi technika és művészet alkotásaiban a tervszerűségnek, a célszerűségnek, a működésképességnek ugyanolyan szerves egysége valósul meg, mint magának a szervezetnek élő, individuális egységében.

A méhek viaszsejtjeinek felépítésében, amint pontos számításokkal kimutatták, a legnagyobbfokú térkihasználás, munka- és anyagmegtakarítás technikai elvei érvé-

nyesülnek. A gazdaságosság abban is megnyilvánul, hogy a lép sejtjei felváltva mézraktárul és az ivadék bölcsőjéül szolgálnak. A cellákat szabályos hatszögletű hasábok idomára kétsorosán építik[^]közös fenékkal, midőn a nagyobb szilárdság biztosításával a cellák három síkban találkozó fenéke az átellenes három cella egy-egy síkjával közös. E síkok elhajlásának szögei matematikai pontossággal megfelelnek a probléma legcélszerűbb építészeti megoldásának.

Az állatok csontszerkezete, amint láttuk, a technikai szerkesztés hasonló pontos szabályai szerint épül fel. b_

A természetek vagy fehérhangyák, a trópusokban élő e rejtélyes, fénykerülő lények építészeti remekműveik alkotásában váladékukkal kevert homokból betonszilárdságú anyagot használnak, amely ökor súlya alatt sem roppan össze.

Az emberi mesterség, művészet és tudomány alkotásai-
ban — az ipari termékekben, ruházatban, a bölcsőben, a koporsóban, a házakban, temetőben, városokban, utak-
ban, közlekedési eszközökben, szerszámokban, gépekben,
gyárakban, fegyverekben, a vegyészet termékeiben — a
szervezet szerves életműködésének a szervezeten kívül
való kitérjeszkedését kell látnunk.

Amint a sejtek a szervezet közösségében alakítják és
használják fel a sejtközötti élettelen anyagot, a belső
szerveződés alapfeltételét, akként az állatok és emberek
együttélésének élet- és munkaközösségében a szervezetek
által az élettelen anyagból kialakított konstrukciók a
szerveződés anyagi tényezői és a társasélet feltételei. Az
ember táplálkozásában is szervezetén kívüleső szervező-
désre szorul. Nyers tápanyagait, mint a búzát, hogy min-
dennapi kenyerét megehesse, lisztté kell őrölnie a malom-
ban és bonyolult kolloidkémiai műveletekkel, élesztő-
gombák igénybevételével kell előkészítenie a sütőkemencéig,
melyből élvezhető alakban kerül ki. A hústáplálékot sütni,
főzni kell, hogy a kultúrember megemészthesse. Táplál-
kozását sokféleképpen elő kell készítenie a társadalmi
munkamegosztásnak az egész világot behálózó szövetvényes
rendszerében. A társadalmi munkamegosztás különböző-

désében az ember alig tud megélni a maga emberségéből és életfeltételeinek megteremtésében a társadalmi közösség szervezetére szorul.

A természet egységes szerveződésében a növények és állatok egymásra utaltságában és a környezettel fennálló vonatkozásiban az élőlények együttélésének különböző alakulatait ismerjük. Az együttélés növények vagy állatok egymásközött vagy növények és állatok között való életkapcsolatokban jut kifejezésre a szervezeten belül vagy kívül, midőn az együttélés társas formái alakulnak ki.

Az egyforma típusú, működésű elemek a természet nagy életközösségében is közösségekbe egyesülnek, együttműködnek és más csoportosulásokkal kiegészítik egymást, akár csak a szervezet szöveteiben és szerveiben.

Az élőlények az életfeltételek és az együttélő fajok természete, versengése, táplálkozási és szaporodási alkalmá szerint jutnak egyensúlyba egymással a faji és népesedési sűrűség arányaiban. Zárt életközösségben, mint például az akváriumban, kicsiben hasonló viszonyok uralkodnak, mint a lefolyás nélkül való tóban.

Az élőlények közössége, mint maga az élő szervezet, sejtjeinek és anyagának változása mellett állandó egyensúlyban van és a külső életfeltételekhez alkalmazkodik.

Az élőlények elterjedésében, fennmaradásában és elszaporodásában éghajlati viszonyok, hőmérséklet, nedvesség, légnyomás, a talaj- és fényviszonyok játszanak nagy szerepet, midőn az állatvilág léte a növényvilágtól függ. A természet életközösségében a növények egymással fényért és vízért versengenek, az állatok növényi vagy állati táplálékért. A helyhez kötött növények csak magjuk szétszóródása révén terjedhetnek el új vidékekre, míg az állatok felkereshetik a kedvezőbb életfeltételek helyét. Állatok helyváltoztatása időszakosan is vagy alkalmasszerűen, tömegmozgalmak alakjában történik messze tájakra. A vándormadarak a tél terméketlen hidege elől évenként más világtájak meleg vidékeire költöznek. Az angolna Nyugat-India táján a tenger mélyében ívik le, átlátszó lárvái éveken át az európai partokra vándorolnak és sodortatnak az áramlatokkal. Mintegy ezer mérföldnyi

út után küllemükben megváltozva jutnak Európa folyóiba és tavaiba, vizesések, gátak akadályain keresztül, ahol évekig időznek és azután visszaúsznak a távoli mély tengerekbe fajuk szaporítása céljából. Az orsóhal, valamint a lazac is rendkívül hosszú utakat tesz meg.

Az állatok a vándorlás tartamára rendszerint szervezett csoportokba egyesülnek, mint az utazó és kirándulótársaságok. Az alkalmi egyesülés alapja a zsákmány megszerzése lehet, midőn állatok rajokba, hordákba, falkákba tömörülnek, emberi vonatkozásban a vadásztársaságoknak megfelelően. Dögbogarak, legyek, ürülékkel táplálkozó koprofágok és dögevő nekrofóruszok vegyes «asztaltársasága» holttestek elfogyasztása céljából egyesül. Egyes állatokat a játék közössége is hozhat össze. A nemi élet közössége vagy a két különböző egyén monogám konnubiумát hozza létre, vagy a kettőnél több egyénből álló nemi szövetkezetet, egy hím és több nőstény között — mint egyes madarak és emlősök körében — vagy egy nő- és több hímnemű egyén között, mint a nyúl és a róka esetében is. A kommunális konnubiум különösen egyes halak és a vaddisznó nemi életében fordul elő.

Az állandó jellegű együttélés a társadalmi szerveződés legmagasabb fokán a méhek, a hangyák és a természetek életközösségében nyilvánul meg.

A méhek az «anyaállam» közösségében élnek nőuralom alatt, a szociális munkamegosztás és integráció nagyfokú érvényesülésével. A méhkirálynő a nőnemű egyének közül kiváltságos tápláltatása révén válik ki és nemi r üködésre, megtermékenyülésre és petezésre alkalmas. A nőnemű, de fejletlen, működésre nem képes nemi szervekkel bíró dolgozók építik a sejteket, gyűjtik és raktározzák télire a mézet, míg a hímnemű, a megtermékeryítetlen petékből nagy számban fejlődő herék közül egy termékenyíti meg a királynőt, amikor az életében egyszer elhagyja otthonát és nászútjára kirepül. A dolgozó nők egyszersmind a méhállam védelmezői is, fegyverük a fullánkjuk, amelynek használatába belepusztulnak. A méhek rajzásában is a szervezetség csodálatos fokát látjuk.

A hangyák társadalmában is megnyilvánul az egyének-

nek a munkamegosztásnak megfelelő nagyfokú különbözősége. A dolgozók elvesztették szárnyukat, nemi szervük nem fejlődött ki. Egy részük katonává alakul, midőn rágószervük különleges fegyverré módosul. Hajlékukat rendszeres munkaszervezettséggel építik fel, külön téli és nyári lakásokat építenek, s ennek tetőszerkezetét az időjárás szerint is változtatják. A hangyaállam védelmének szervezete is mintaszerű, rendszeres kémszolgálattal és őrségváltással. A királyné a hangyaállam lelke, elpusztulása az egész államszervezet felbomlásával jár.

A természetek államában királyi pár uralkodik és valóságos kasztrendszer fejlődött ki. A királynét testőrség veszi körül, minden gondot levesznek róla, etetik, tisztogatják, két másodpercenként lerakott petéit a királyi lakosztályból az úgynevezett gyermekszobába szállítják. Építkezésük anyagát anyagcseréjük termékeiből készítik. Csodálatosan fejlett kultúrájukra jellemző, hogy gombatenyésztéssel is foglalkoznak, igen hasonló elvek szerint, mint az ember.

Ha a szociális rovarok és az emberi társadalom között mélyreható is a különbség, nem zárkozhatunk el az elől, hogy az emberi társadalom sajátos szociológiai megítélését az állati társadalom szerveződésére vonatkozó ismereteinkkel ki ne egészítsük és hogy ne keressük a közös nézőpontokat, amelyek alapján a szervezetben élő sejtek az állatok társulásai és az emberi társadalom a természet szervezett egységében általános törvényszerűségek alá esnek.

Az élőlények alkalmazkodása egymáshoz a legnagyobb mértékben a tartós együttélés és egymásrautaltság ama jelenségeiben nyilvánul meg, amelyeket szimbiózisnak vagy konzorcionalizmusnak — sorsközösségnek nevezünk. Amikor az együttélés az egyik szervezet rovására megy, valamely szervezet egyoldalúan kihasználja, kiszipolyozza a másikat, élősködésről, parazitizmusról beszélünk.

Az együttélés rendkívül sok esetét ismerjük. Növények között a hüvelyesnövények gyökérágain fellépő gumócskák és a bennük élő bacillus radicola nevű nitrifikáló baktérium együttélése teszi lehetővé, hogy a növény nitrogént asszimilálni, sőt azt fehérjévé felépíteni képes. A lakásukat

képező gyökérgumócskák a baktériumok megtelepedésének ingerére alakulnak ki. Növényi gyökerekkel együttélő fonalas gombák szervezetközösségét «mycorrhiza»-nak nevezzük. A zuzmók kétféle növény, a *discomyceta* nevű gomba és a *palmellacea* nevű egysejtű moszat (alga) bensőséges együttéléséből alakulnak ki. Ez az együttélés mindkét szervezetre előnyös, egymás nélkül meg sem élhetnének. Kiegészítik egymást táplálkozásukban, amennyiben a gomba számára a szerves táplálékot az alga, a vizet és a sókat az alga számára a gomba szolgáltatja. Rovarok és növények együttélése a gubacsokban fordul elő, amelyek egyes növényeken rovarok ingerére alakulnak ki és a rovarnak és petéinek lakásul szolgálnak. Már növényi parazita jellegű a fagyöngy, *viscum album*, amelynek ragacsos magvát a madár viszi bele a faág kérgébe, ahol meggyökeresedik és elvonja a fa táplálékát. Az alacsonyrendű állatok és növények között való együttélés példája az édesvízi hidra. Zöld színe a belső sejtrétegébe berakódott egysejtű, zöld moszatoktól ered. Klorofilt tartalmazó állatnak tartották mindaddig, amíg hazánkfiá, Entz Géza ki nem mutatta, hogy különböző szervezetek" együttéléséről van szó. Közismert a remeterák, a *pagurus* együttélése tengeri virágállatokkal, amelyeket a csigaházon, melyben lakik, magával hordoz. Az együttélés mindkét állatra hasznos, az *actinia* csalánsajtjeivel megvédi a remeterákot támadóival szemben, ennek fejében helyváltoztatása által táplálkozási lehetőségei javulnak.

Véglények és magasabbrendű szervezetek együttélése rendkívül gyakori. Már alacsonyabbrendű állatokban is állandóan tanyáznak különböző véglények, a rovarok belében különböző gregarinák, kétéltűekben, mint a béka belében élősködő *opalina ranarum*.

Az élőlényekben vagy azokon élősködő élőlényekkel, különösen kórtani nézőpontból aprotistológia és protozoológia foglalkozik. A növényekre ártalmas élősdű izeltlábuakkal az entomológia foglalkozik, különösen a gyümölcsvédelem nézőpontjából. A növényi élősködők, fitoparaziták, más növényen élősködhetnek és ugyancsak gazdasági szempontból érdemelnek figyelmet, mint az anyarozs, a

gabonarozsda. Állati élősködők közül a növényeken élősködő kártevő rovarok megismerésének van nagy gyakorlati fontossága.

Az állatokban és állatokon élősködők közül a szabadszemmel látható férgek és rovarok felé fordult először a figyelem, majd a mikroszkópos kicsinységű állati és növényi élősdiek felé, amelyeknek kórokozó szerepét a parazitológia és bakteriológia haladásával ismerték fel.

Pasteur tisztázta a francia selyemipart veszélyeztető selyemhernyóbetegség kórokozóinak kérdését és ezzel megvetette a bakteriológia és a parazitológia, majd a szervezet részéről a kórokozóval szemben megnyilvánuló védekezés folyamatainak jelenségeit tanulmányozó immunitástan alapjait.

A marha — tetemes gazdasági károkat okozó — lép-fenéjét előidéző betegség kórokozó mikroorganizmusának felfedezését a tuberkulózisbacillus felfedezése követte, majd sok más emberi és állati megbetegedés előidézőjét sikerült megtalálni a szervezetben élősködő élőlényekben. E felfedezések nyomában összefüggően megértettük e lények életfeltételeit, valamint szaporodásuk és a szervezet védekezésének jelenségeit. így a szervezet és az élő kórokozó vonatkozásainak kimutatásával a betegség újabb általános biológiai nézőpont alá került, amely vonatkozás a korszerű orvostudományban a betegség sejttani alapjaival lép biológiai vonatkozásba.

^VA kórokozó parazitaszervezet és a károsodó, megbetegedő gazdaszervezet között levő vonatkozások az életmód, a növekedés, a szaporodás, a fejlődés, a szerveződés és a kölcsönös alkalmazkodás általános élet jelenségeit egyesítik magukban, amelyek megértése csak általános biológiai nézőpontból lehetséges. Különösen bonyolultak a viszonyok, ha az élősködő szervezet életciklusai több gazdaszervezeten vonulnak keresztül. A váltóláz, malária, kórokozó plazmódiuma a szúnyog és az állati, illetőleg emberi szervezetben él különböző élet- és szaporodási szakaszaiban. A gazdaszervezet megbetegedésének tünetei csak a parazitaszervezet életmódjának, ivaros és ivartalan szaporodási ciklusainak pontos ismerete alapján lehetséges. Ismernünk kell

ehhez a parazitaszervezet szerveit, amelyekkel a gazda-állat szervezetével vonatkozásba lép, ahhoz alkalmazkodik, a protozoonok organellumait, betokolódásuk jelenségeit, a magasabbrendű férgek és rovarok mozgásjelenségeit, táplálkozásmódját, lárvaalakjait, nemzedékváltakozását.

Újabban kimutatták, hogy a legkisebb kórokozó parazitákban a baktériumok' is együttélhetnek élősködőkkel, ezeket a bakteriofág névvel jelölték meg.

Ha az élőlények egymásközött való vonatkozásait és kölcsönhatásait összességük rendszerében, a természet szerveztségében szemléljük, az élőlények kórokozó, parazita jellegű együttélése mellett együttélésüknek, egymásrautaltságuknak, egymást kölcsönösen kiegészítő egymáshozalkalmazkodásuknak ama jelenségeit is számbavehetjük, amelyek az élő világ egyes szervezeteit az élet és a természet magasabbrendű egységében egyesítik¹ és a földi élet lehetőségeit növelik.

A növényi és az állati szervezet egymásrautaltságáról már bőségesen meggyőződünk. Alkalmunk volt a magasabbrendű növényi és állati szervezet egyes sejtjeinek életjelenségeit a sejt és környezete között levő vonatkozásban össz-szervezetük élet jelenségeivel összehasonlítani, midőn az általános életfolyamatok belső sejtjelenségei, a szervezet egésze és a külvilág között levő vonatkozásokban lejátszódó élet jelenségek között az átmenetet kimutattuk,

Ugyané nézőpontok alapján a növényi és állati szervezet szolidaritásának elvét ismerhetjük fel az állati szervezet állandó együttélésében a baktériumokkal, amelyek anyagcseretermékére szervezetén belül is éppen olyan szüksége van, mint a növényi anyagcsere termékeire külső lélegzésében és táplálkozásában. Az állatok és az ember szervezetükön belül a baktériumokkal táplálkozási közösségben, kommenzualizmusban élnek. A baktériumok nemcsak kórokozói lehetnek, de állandó békés lakói, sőt hasznos és nélkülözhetetlen élettársai is a szervezetnek. A bélrendszer baktériumflórájában tömegesen élnek. Az ürülék tömegének legnagyobb részét baktériumok teszik. Éppen úgy, mint ahogy a külvilágban nélkülözhetetlenek a szerves anyag felbontásában, nitrifikálásában és denitri-

fikálásában, azonmód a szervezeten belül, a táplálócatornában végbemenő vegyi folyamatok lebonyolításában, a szervezet vegyi folyamatainak lefolyását gyorsító enzimak termelésében, az anyagcsere folyamán keletkező mérgező anyagok méregtelenítésében is elsőrangú szerepük van.

A különböző növényi és állati szervezetek kiegészítik egymást bensőséges együttélésükben, midőn együttélésük szintézisében egymással szemben, mint az egyesült szervezetek egészének részei, tagjai.

Az együtt élő szervezetek nem csak működésükben egészítik ki egymást anyagcseréjükkel, hanem a különböző együttélő szervezetek szerkezeti egységet is alkothatnak egymással. A gombák és moszatok együttélésének aránylag egyszerű esetében, a zuzmók összetett szervezetében a gombák nemcsak vizet és szerves tápanyagot juttatnak a zuzmóknak cserébe a szerves tápanyagért, hanem hálózatuk az egysejtű zöld moszatok vázrendszerét is képezi az'összetett szervezet magasabb szervezeti egységé ben. Ez a jelenség új nézőpontot teremt a soksejtű szervezet vázrendszerének megítélésében. Ezt a vázrendszert, amely a növényi és állati sejtek anyagcseretermékeiből a sejtindividuumokon kívül alakul ki, a biológiai analógia alapján élő szervezetek egyéni és kollektív tevékenységével, a szervezetükön kívül öntermelte vagy idegen anyagból kialakított építményeivel, mesterséges szerkezeteivel vetettük egybe. Az analógia továbbfűzésével ahhoz a következtetéshez jutunk, hogy élő szervezet is alkothatja a szervezetekben a vázrendszert.

A természet egységes szerveződésében az egyes élőlények között fennforgó s az élő szervezetre jellegzetes korrelációk a térben egymástól független szervezetek között is megnyilvánulnak. E jelenségek által jön létre a természet egységes szervezetében a működések egysége, amelyben az egyes élő lények egymás kiegészítésére szoruló részek, az egymásbakapcsolódó életfolyamatok tagjai gyanánt tűnnek fel. Az egymásra utalt és egymáshoz alkalmazkodó szervezetek szerkezetének és működésének szerves egysége csak összetételükben valósul meg és kap értelmet.

A nemi szaporodásban a hím és nőnemű szervezet szerkezetében találjuk meg a nemi különbségeket, amelyek csak a párosodás közösségében olvadnak egységbe. A hím és a női nemi sejtek elemi különbsége, amelyek a belső termékenyítés folyamatában egészíti ki egymást új szervezet egységévé, a nemi szervek különbözőségében jut kifejezésre a szerveződés egységein keresztül az egyéir szervezet magasabb hatványán. A hím és a női egyél, külső nemiszervei mint az öntvény és formája illenek egymásba, alkalmazkodnak egymáshoz, egymást kiegészítve szerkezetükben és működésükben.

Állatok és növények között is kifejezésre jut az egymásra utaltságuknak megfelelő szerkezeti alkalmazkodás, midőn például a virágos növények termékenyítését közvetítő rovarok táplálkozási szervei a növény anatómiai viszonyainak megfelelően alakultak ki. A méhek, dongók és pillangók a virágok nektárjának felszívásához idomulnak. Gyakran egyes rovarok táplálkozása és élete bizonyos növényfajhoz van kötve, a káposztapille például teljesen a káposztára van utalva a két szervezet egymást kiegészítő anatómiai viszonyai alapján. Egyes növények megporzásának közvetítésére csak bizonyos rovarfaj alkalmas.

A természet általános életközösségében az egyes szervezetek egymáshoz alkalmazkodása és kölcsönös kiegészítése nemcsak alkatuk sajátossága folytán nyilvánul meg. Egyéni változékonyságban is módosul. A külső életkörülmények változásai az élő természet egész rendszerében kihatnak.

A hideg és a meleg évszak, a nap és az éj — a Nap sugárzó energiájának időszakos változásai a szerves anyag termelésének ingadozását vonják maguk után a zöld növényekben, ami a növényevő állatok életfeltételeiben hoz létre változást. A húsevő állatok a növényevőkre vannak utalva és csak táplálékuk mérvéhez képest szaporodhatnak. Ekként alakul ki az egyensúly szabályozottságába táplálkozás és a szaporodás viszonyában, az élet és a halárváltkozásában, az élő és az élettelen természet körforgásában, amelynek egységes szervezettségébe minden élő lény beilleszkedik.

A természet egységes szervezettségében az anyag és az élők világa és az egyes élőlények között a vonatkozások és kölcsönhatások beláthatatlanul szövevényes rendszerében az időszakosságoknak a világegyetem örök körforgásába iktatott, a múlt és a jövő végtelenségeibe nyúló melódiájában, az élet és a halál ellentéte emberi értelmünk számára felj nem fogható összhanggá oldódik fel.

A SZAPORODÁS.

A szaporodás általános életjelensége, amellyel az élőlények önmagukhoz hasonló utódokat hoznak létre, önmagukat a múlt nemzedéktől öröklött alkatukban a jövő nemzedékeikben megörökítik, a különböző élőlényekben nagy változatossággal nyilvánul meg.

A szaporodás alapjelensége a sejtoszlás, amely a sejtekre nem tagolt véglények szervezetének szaporodási formája, míg a soksejtű növényi és állati szervezet szaporodásában a sejtoszlást, a mellyel az új egyén fejlődése megindul, a nemi élet különböző jelenségei előzik meg, kísérik, követik és teszik bonyolulttá. A szaporodás folyamata a nemiség, az öröklés, a növekedés és a fejlődés jelenségeivel van szinte elválaszthatatlan összefüggésben és csak biológiai egységükben értelmezhető.

Az öröklés a származás időbeli kapcsolataiban a nemzedékek sorozatán át az új egyén alkatát szabja meg faji és egyéni jellegével. A nemiség a különmemű egyének párosodásával a származás kettős vonalát egyesíti az új egyénben. A fejlődés folyamán a soksejtű szervezet élete az élet elemi egysejtű szervezetében termékenyül és oszlik meg. A fejlődés problémájában rejlik a sejtegyén és a szervezet egésze között lévő vonatkozások titka. A növekedés a sejteknek, a szervezet egészének növekedésével és kialakulásával kapcsolatos szaporodásával jár együtt. A szaporodást az egyénen túlterjedő növekedésnek is nevezték.

Lényegében a szaporodás abból áll, hogy a szaporodó szervezet levált részéből új szervezet fejlődik. Ha ez közvetlenül történik, ivartalan, asexualis szaporodásról vagy

agamogoniáról beszélünk, ha pedig egyes sejtek különülnek el a különmű szülői szervezetekből és egybeolvadva megtermékenyülnek új szervezet csírájává, szexuális szaporodásról vagy gamogoniáról beszélünk.

A szaporodás e módjai egyedül vagy együttesen fordulnak elő az egyes szervezetek életében. Amennyiben kétnemű fajok csak egyik nemének csírasejtjei indulnak megtermékenyítés nélkül fejlődésnek, szűznemzésről, parthenogenesisről beszélünk. Ha a szervezet egyes különböző részeiből fejlődik az új egyén, inkább újraképződés, regeneratio útján, a jelenséget vegetatív szaporodásnak nevezzük.

A növény szaporodásának eredményéhez nemcsak az új egyéneket, hanem elterjedésüket is számíthatjuk, miután a meggyökeresedett, helyhezkötött növény helyváltoztatása természetes módon, csak a szaporodásával kapcsolatos magtermésének szétszóródásával történhetik.

Az ivartalan szaporodás a véglények egysejtű szervezetében a sejtosztás mintájára bizonyos módosulásokkal megy végbe, különösen, ha az egysejtű lény bonyolult szervezetű és organellumai vagy sejtermékei a kromoszómákat elfedik — ez a pára- vagy kryptomitózis. Ostoros állatok hosszában, csillangósak keresztben oszlanak. Kisebbik magjuk fonalas magoszlással, nagyobbik egyszerű amitosis útján válik ketté. E szervezetek szerkezetük minden ízéig áthatóan osztódnak el. Egyszerre vagy egymásután több sejt- vagy csak magoszlás jöhet létre. Az új egyének különválnak vagy összefüggő kolóniákat képeznek.

Bimbózásnak nevezzük az ivartalan szaporodás ama módját, midőn a citoplazma egyenlőtlenül oszlik meg az új sejtek között, a mag egyenletes oszlása mellett. így szaporodnak az élesztősejtek, amelyek időlegesen összefüggésben maradnak egymással. A bimbózásnak induló sejtek különböző nagyságúak lehetnek.

A baktériumok szaporodásának mechanizmusa meglehetősen homályos. Oszlásuk alatt kettesével, egyesek hosszú láncok vagy fűrszerű képződmények alakjában függenek össze egymással. A spóráképződés ivartalan szaporodási módja véglények és magasabbrendű növények

körében is előfordul, gyakran ivaros szaporodással felváltva. Abban áll, hogy a szervezet belsejében történik az oszlás kicsiny sejtekre, amelyeket spóráknak nevezünk. Élesztősejtek és véglények oszlanak így és baktériumok is kedvezőtlen körülmények között. A spórák igen ellentállók. A spórák mozgékonyak is lehetnek, mint a rajzó- vagy zoosporák, amelyek a növények eiterjedését is biztosítják. Magasabbrendű növények spóráit külső szerv, a sporangium termeli. Moszatok, mohák és harasztok szaporodásában is a spóráképződés szerepel. A spóráképződésnek nagy kórtani jelentősége van egyes baktériumok életében, mert endospóráik életformájában rendkívül ellentállók, szinte elpusztíthatatlanok a dezinficiáló hő vagy vegyi behatással szemben, mint például a lépfene kórokozója. Gombák fonalainak elkülönített sejtjeiben fejlődő chlamydospórák okozzák a növények üszökbetegségét.

Az ivartalan szaporodásban egyes víziharasztok két-féle kisebb és nagyobb mikro- és makrospórát termelnek, amelyekből nemileg megkülönböztetett és ivaros szaporodásra képes egyedek fejlődnek. A hím mikrospórák száma a női makrospórák számát tetemesen meghaladja.

A vegetatív szaporodás különösen soksejtű növények életében játszik nagy szerepet. Az alacsonyrendű állatokon más szaporodási módokkal együttesen is előfordul. Mintegy átmenetet képez az egysejtű oszlása a cytogonia és a soksejtű szervezet ivaros, egyes nemi sejtekből kiinduló szaporodása között és a szaporodás és az újraképződés, regeneráció között, tehát a szaporodás és a fejlődés jelenségeinek határán levő folyamat. Növények testének szétDarabolása vagy egyes részeinek leválása útján is keletkezhetnek új, egész szervezetek. Gyökér, szár, sőt levélrészekből is új egész szervezetek hajtanak ki, az elágazódó hajtások közötti összefüggés megszűntével elkülönülnek. A vegetatív szaporodás kiindulási pontjai indák, tarackok, tövek, gumók, hagymák vagy a szaporító rügyek lehetnek. A kertészetben mesterségesen idézik elő a vegetatív szaporodást évelők tövének szétosztásával, bujtással, midőn a talajba süllyesztett növényrészek gyö-

keret vernek, vagy dugványozással, midőn a leválasztott növényrész vízben vagy a talajban meggyökeresedik és tenyészőcsúcsából kihajt. Ismeretes, hogy a begónia levele nedves homokon megsebzett helyén meristémává alakul, epidermiséből gyökeret és rügyet tejleszt és egész növényvé fejlődik. Sok magasabbrendű növény, mint például a fügefafa, századokon át tisztán vegetatív szaporodással tenyészthető.

Az állatvilág egyes alacsony rendű fajai is hasonlóan szaporodhatnak. Például planáriák és hidrák, testük eloszlása vagy bimbózás útján, soksejtű részdarabjaikból. A hidra testének egyes helyein kiemelkedések keletkeznek, amelyek mindkét hámréteget tartalmazzák, tapogatókkai bíró kicsiny polipokká nőnek ki, amelyek vagy leválnak, vagy összefüggésben maradnak az anyaszervezettel, növényyszerű kolóniát képezve, örvényférgek és giliszták is vegetatív úton szaporodhatnak. Szegmentált testük egyes helyein lefüződnek, miután résztestükből egész szervétükét kialakították.

A vegetatív szaporodás elvének érvényesülését ismerhetjük fel nézetem szerint az egészében vegetatív szaporodásra nem képes magasabbrendű szervezet fejlődésében és szerveződésében is, midőn a sejtek oszlásán felül az egyes szervezet részleteinek önálló oszlási képessége érvényesül — amiről a szerveződés kérdésével kapcsolatban bővebben volt szó. A szövettenyészet mesterséges szervezetében lejátszódó jelenségek, amelyek egységes egészének kialakulásában és működésében szerepelnek, szintén kapcsolatot létesítenek a szövetátültetés, az újraképződés és a vegetatív szaporodás jelenségei között.

Az ivaros szaporodásban két különmemű egyén vagy azonos egyének nemileg különböző sejtjei egyesülnek új egyénné. A megtermékenyülésben egyesülő hím- és nőmemű sejtet «gamétá»-nak, a gaméták egyesüléséből (konjugációjából, syngamiájából) származó sejtet «zygotá»-nak nevezzük. Az alacsonyabbrendű szervezetekben a nemi szaporodás módjai az ivartalan szaporodással keveredtetten egyes rész jelenségeikben különválasztottan mutatkoznak. Egyes szervezetekben az ivartalanul szaporodó

agaméták semmiben sem különböznek a gamétáktól és csak külső körülmények szabják meg, hogy zygotává egyesülnek-e ivaros szaporodás módjára vagy termékenyítés nélkül indulnak fejlődésnek ivartalan szaporodással.

A termékenyítés tehát nem jár együtt szükségképpen az ivaros szaporodással, csak a magasabbrendű szervezetek teljes nemi elkülönülésével lesz a két folyamat elválaszthatatlanná. A sejtek egyesülése, a kopuláció, szaporodáson kívül is előfordul a sejtstruktúra egybeolvadásával, kicserélődésével és újrakialakulásával, midőn megfiatalító hatása van a sejtstruktúrára, amely megújulva folytatja az ivartalan szaporodás hosszú sorozatát.

Haematococcusok teljesen egyforma, szabadon úszó ostoros sejtjei párosával teljesen egybeolvadnak, citoplazmájuk is, magjuk is egyesül. A maláriát okozó plazmodiumok kopulációjában már találunk különbséget, a páronként egyesülő nagy nőnemű makrogaméták és kicsiny hím mikrogaméták között. A papucsállatkák konjugációjával nem egyesül a két szervezet, csak egy ideig egyik felületükkel összeolvadva, párosával úszkálnak, mialatt mikronukleusaik kétszer is oszlanak 4—4 kicsiny maggá, amelyek közül 3—3 elpusztul, a megmaradó 1—1 pedig kettéválik és egyikük kicserélődik a két szervezet között, majd egybeolvad a másik maggal és a két szervezet különválása után makronukleust képez magának. Ez a bonyolult folyamat sok hasonlóságot tüntet fel a nemi sejteknek az ivaros szaporodással és termékenyítéssel egybekötött magoszlási jelenségeivel, a nélkül, hogy szaporodással járna együtt.

A kolóniákat képező véglények egy részének és a párhozó moszatoknak egyik szaporodási módja, amelyet isogamiának nevezünk, abban áll, hogy egyforma gamétákat képeznek, amelyek egybeolvadnak. Az ulothrix zonata nevű zöld moszat szaporodik így, a mellett, hogy asexuálisan is szaporodik a sejtfaon belül lekerekedő négy ostoros mozgékony zoospórák útján. A spirogyra nevű moszat konjugációjában is izogamia áll fenn, midőn a moszatfaon minden egyes sejtje a gan éta szerepét töltheti be. Két egymás mellett fekvő faonál szemközti levő sejtjei között akként megy végbe a konjugáció, hogy a két sejtfaon ki-

dudorodás jön létre, amelyek találkozásakor csővé olvadnak egybe. Ezen az összekötőcsatornán az egyik sejt citoplazmája teljesen átáramlik a másik sejtbe, s egybeolvad a két gaméta magjának egyesülésével zygotává. A zygota ellenálló sejtfalet képez magának és mint nyugvó zygospóra telel át. Tavasszal, kedvező életkörülmények között oszlás útján szaporodik új fonalakat képezve, amelyeknek tömege «békanyál» alakjában lepi el állóvizeinket.

A nemi sejtek alaki különbözőségével a heterogamia alakul ki a nemi különbségek alapjelensége gyanánt. A női makrogaméta nagyobb, több citoplazmát és táplálóanyagot tartalmaz, a hím mikrogaméta kisebb, főleg magállományból áll. A gaméták e nagyságbeli különbözősége a nemi különbség első megjelenésétől végigvonul az alacsonyrendű szervezetekben egészen a legmagasabbrendű szervezetek nemi sejtjeiig, amelyek a nemi különbözőzés legnagyobb fokát mutatják. A további jellegzetes különbség abban áll, hogy a gynogaméta elveszti mozgékonyágát, a hím androgaméta pedig külön mozgásszervei révén, mind mozgékonyabbá válik. Ezek az ellentétek a petesejt passzívítása, a madarak női gamétáinak megfelelő, a pete fejlődéséhez szükséges tápanyagot magábanfoglaló tojás nagysága és a mikroszkópos kicsinységű ondósejtek fűrgé mozgása között levő különbségben csúcsosodnak ki.

A nemi sejtek különbözőzése már a moszatok különböző fajaiban is mutatkozik. A barna moszatok makrogamétái már mozgáskéességüket is elvesztették, a vízben csak lebegnek és a mozgékony mikrogaméták keresik fel azokat.

Egysejtű zöld moszatok volvox nevű gombostűfej nyi kolóniás szervezete sejtjeinek ivartalan szaporodásán kívül hím- és női gamétákká feltűnően különbözőződött sejtjei által ivaros szaporodásra is képes. Több ezer sejtje közül néhány makrogamétává nagyobbodik, más sejtekből pedig ismételt oszlás útján kicsiny hím gaméták származnak, amelyek leválnak és az előbbieket megtermékenyítik. A zygota tömlővé alakul, majd új kolóniává fejlődik.

A gaméták nemi különbözőzésével a sejteket termelő sejtek is különbözőzödnék, növényekben női oogoniummá és

hím antheridiummá. A női ivarsejteket az oogoniumban a beható mikrogéméták vagy spermatozoidák egyike termékenyíti meg.

A nemi sejtek, amelyek a szervezet újraképzésének összes képességeit a soksejtű szervezetben megtartották, mint csírasejtek a szervezet nemi különböződésének magasabb fokán a többi szervezet más, különleges működéseire különböződött, úgynevezett szoma-sejtjeitől elkülönítve, külön szervekben, a nemi mirigyekben termelődnek, külön sejtsoportokban egyesülnek és nyugalmi állapotuk után a nemi érés idején indulnak szaporodásnak. Amennyiben a másik nem gamétájával egyesülnek és megtermékenyülnek, nemzedékről-nemzedékre túlélnek a halandó szervezetet, és olyan értelemben, mint az egysejtű szervezetek, halhatatlanok és csak individualitásukban szűnnek meg. Weismann csírapályának nevezte a nemi sejteknek a faj nemzedékein átvonuló megszakítatlan életsorozatát, a lehetőségük szerint halhatatlan nemi sejteket csíraplazmának, a halandó test többi sejtjeit pedig szomaplazmának. Ez utóbbit a fa évről-évre lehulló gyümölcseihez és leveleihez hasonlította, az élet fájához hasonlított csíraplazmával szemben, amely túléli a nemzedékek elmúlását.

Az ivaros szaporodást feltételező, nemi sejteket termelő és a gaméták egyesülését közvetítő szervek a növény- és állatvilág különböző szervezeteiben ugyanazon alapelvek szerint, de kivételükben igen változatosan alakulnak ki.

A magasabbrendű növények körében a mohák és harasztok hasonló női ivarszerve a palack alakú archigonium, amelyben a petesejten kívül nyálkás tömlősejtek csatornát alakítanak ki a spermatozoidák befogadására, amelyek viszont a tömlőalakú antheridiumban képződnek és megrepedésekor kiszabadulnak, két ostorral és csillangókkal mozognak.

A virágos vagy magvas növények rendkívül bonyolult ivaros szaporodásának szervei már az ivartalan szaporodás váltakozó nemzedékében alakulnak ki kezdetlegesen az ivartalan sporofitában, amelyből az ivaros szaporodású gametofita származik. A gametofita ivaros szaporodási

szervei a sporofitában annyira el vannak rejtve, hogy csak mikroszkópos vizsgálatok tisztázhatták a viszonyokat.

Az egyes növényfajok egyszerűbb és összetettebb szaporodási szerveinek átmeneteire, amelyek a virágtalan spororita harasztok és a nyitvatermő spermatofita virágos növények szerkezeti különbözőségeiben nyilvánulnak meg — bármily érdekesek is — nem terjeszkedünk ki. Ha túlságosan a botanikai részletekbe bocsájtkozánk, elvesztenék a fonalat a nemiségnek a növény és állat szaporodásának közös átfogó értelmezésében.

Figyelmünket inkább a legmagasabbrendű növényi szervezet, a mindnyájunk előtt jól ismert angiosperm, zárvatermő növény ivaros szaporodásának szerveire összpontosítjuk. A gyökérből, szárból és levélzetből álló virágos növényt, mint ivartalan szaporodású sporofitát az előbbieken nagyjában már megismertük. Az ivaros szaporodás szervei a virágban jelennek, amelyről még nem volt szó.

A virág, amint már Goethe kimutatta, különbözően módosult levelek csoportja. Kívül a hiánytalan virág-csészéjét vagy kelyhét zöld lepellevelék borítják, ezeken belül van a párta, corolla, amely sokszor színes és illatos szirmokból áll. A csésze és a párta csak védőburka a tulajdonképeni nemi szerveknek. A párta mélyedése a virág tulajdonképeni kelyhe. Benne a hím ivarszervek: a porzók, a hímtej, a női ivarszervek: a termők, a magház és a bibével a nőtájon helyezkednek el. Ha a porzók szirmlevelék alakjában vannak jelen, teljes virágról beszélünk. A két nem ivarszervei rendszerint egy virágban egyesülnek: «A férjek és feleségek egyazon fedél alatt örvendenek a létnek», amint Linné mondotta. Egyes növényfajok kétféle, csak hím vagy csak női virágot termelnek, egyazon vagy különböző egyéneken.

A virágok termékenyítő megporzása a virággal történik, amely parányi, 6—10 ezredmilliméter átmérőjű facettált, szögletes vagy gömbölyű, igen különböző szemcsés, tüskés, rovátkás felületű szabad nemi sejtekből, tnikrospórákból áll. A növény nemi sejtejei a meristema-szövet embrionális különbözőzési képességű sejteiből fejlődnek.

A megporzás kétivarú virágokban lehet ön- vagy magaporzás, midőn egyazon virág pora vagy egylaki növényeken egyazon növény különböző virágainak pora hull a bibére ami gyakori, de nem előnyös a növényre. Nem lehetséges kétlaki növényeken, ha külön egyéneken vannak a porzós és termős virágok, de egylaki növényeken sem a nemi szervek alkalmatlan szerkezeti viszonyai vagy érésük különböző időpontja folytán. A közvetett megporzásban főként a rovarok, a szél, vízinövények megporzásában a vízáram szerepelnek.

Különösen érdekes a rovarok közvetítő szerepe a növények nemi életében, amelyről már a természet egységes rendszerében fennálló alkalmazkodások leírása során megemlékeztünk. A természet csodái között nem utolsó helyen állanak azok a bonyolult berendezések, amelyek a megporzást végző rovarok és a virágok vonatkozásaiban szerepelnek. A virágok színpompája, illata és édes nektártartalma a rovarok csalogatására való. A szél által közvetített megporzással termékenyülő virág nélkülözi ezeket. A virágokat felkereső rovarra, míg a virág kelyhéből táplálékot szív magába, a por-tokból különleges, olykor automatásán működő berendezések folytán reá hull a virágpór és a rovar következő látogatásai alkalmával más virágok bibéjére kerül. A berendezések olyanok, hogy csak a megporzásra alkalmas rovar vehesse el jutalmát a közvetítéstől, míg az alkalmatlan betolakodó elől a virág édes kelyhe bezárul. Érdekes, hogy még a virágok között is akadnak ravaszok, amelyek csak fényes mázzal utánozzák a nektárt szirmaikon, mint némely ramunculus-faj virágai és megcsalják «a szerelem küldöncét, amely elhozza nekik a távoli ismeretlen, mozdulatlan szerető csókját», amint Maeterlinck a virágok értelmességéről szóló gyönyörű könyvében a virágok ivaros szaporodását közvetítő rovarokról írja.

A soksejtű állatok kevés kivétellel ivarosán szaporodnak, egyesek emellett ivartalanul is. A legalacsonyabbrendűek egyike, a hidra már ismertetett vegetatív szaporodási képességén kívül, szaporodási időszakában átmenetileg az ivaros szaporodás szerveit is kialakítja, ami emlékeztet a véglények ama képességére, hogy táplálko-

zási folyamataik tartamára alkalmi szervecskéket, organelumokat alakítanak ki magukból. A hidra testének külső felületén külön női és külön hím nemi sejteket termelő szervek dudorodnak ki, amelyekben a két hámréteg között levő sejtekből keletkeznek a gaméták. A női gaméták egymást addig falják fel, amíg nagy petesejt keletkezik, amely burkát áttörve kiszabadul és az állat testfelületén ugyancsak kiszabaduló ostoros hímgaméták által termékenyülhet meg. A magasabbrendű állatok nemi mirigyei, a gonadok, a szervezet belsejében helyezkednek el. A nemi sejtek belső és külső nemi szerve különböző bonyolult berendezései útján jutnak ki a hím szervezetből és be a női szervezetbe.

A termékenyítés közvetítésében, amelynek lényege, hogy a hím és a női nemi sejtek egyesülnek, a különböző állatfajok szerint változó berendezések és jelenségek szerepelnek. A termékenyítés elemi jelenségét, a gaméták egyesülését zygotává, a belső terű ékenyítést, a szervezetek szerint különböző külső termékenyítési módok előzik meg. A hím és női nemi sejtek összetalálkozása egyes állatokban, mint például a csigákban, öntermékenyítés útján és/ lehetséges, csakúgy, mint a növények önmegporzása útján ugyanazon egylaki virágban, illetőleg növényben, egyazon szervezeten belül. Magasabbrendű állatok hermafroditizmusa is erre a primitív lehetőségre utal. Az egylaki állatokban csakúgy, mint az egylaki növényekben, az öntermékenyítés csak kivételes jelenség, amely a fajra előnytelen. Vízben élő állatok legtöbbjének nemi szaporodásában hiányzik a szervezetek közösülése, konjugációja. Nemi sejtjeiket a vízben rakják le, ahol véletlen körülmények hozzák őket össze. Halak híméi az ivás szakában a nőtények közelében tartózkodnak és a lerakott ikrára ürítik ondójukat. Hím békák átölelik a petéző nőtényt és kiürített petéiket nyomban megtermékenyítik. Az ilyen állatok petéit könnyű mesterségesen is termékenyíteni a hím és a női ivartermékek egyszerű összekeverésével, amint a haltenyésztésben gyakoroljuk. A külső termékenyítés főképpen vízben élő vagy vízben termékenyülő állatok sajátossága, mert a gaméták csak folyadékban életképesek.

Szárazföldi állatok belső termékenyítésével a nemi szervek váladékában találják meg átmenetileg életfeltételeiket. Ezért a szárazföldi állatokra a közösüléssel kapcsolatos belső termékenyítés jellemző, még az alacsonyabbrendűek körében is. Gerinces állatokban a belső termékenyítés rövid idő múlva nyomon követi a kopulációt, a hím sperma bejutását az anyai szervezetbe. Vannak azonban esetek, midőn az ondósejtek sokáig életképesen raktározódnak, amíg a belső termékenyítés megtörténik, mint a denevérben ősztől tavaszig. Rovarokban, amelyek nőstényei életükben csak egyszer közösülnek — mint a méhek és hangyák — a spermiumok évek múlva is megtermékenyítik a petéket. A belső termékenyítés mesterségesen is sikerül, h? a hím állat ondóját a nőstény nemi szerveibe fecskendezzük, aminek az állattenyésztésben gazdasági jelentősége van. Egy mén egyszerre kiürített spermájával például 10—15 kanca is megtermékenyíthető. A pázás, nemzés, közösülés, kohabitáció vagy kopuláció, a hím gamétáknak a nőstény belső nemi szerveibe juttatása a belső termékenyítés céljára, nagy megtakarítást jelent a nemi sejtekben, mert a pete szervezetén kívül való megtermékenyítésének csekély esélyei mellett a faj fenntartása érdekében a nemi sejtek túltermelése szükséges. Egyes halak egy ivással több millió ikrát is raknak, az ondósejtek mennyisége pedig ezt a számot is sokszorosán felülmúlja. Az osztriga évente állítólag hatvan millió petét rak. Ha ezek mind megtermékenyülnének, kifejlődnének és szaporodnának, kagylóik öt év alatt a föld tömegének ötszörösét tennék ki.

Az ivaros szaporodás bonyolult nemi jelenségeinek középpontjában a termékenyítés sejt jelenségei állanak, a két gaméta egybeolvadása zygotává, amelyből az új egyén fejlődése a sejtosztlások szakadatlan láncolatával kiindul.

A gamétákra jellemző, hogy a sejtmagjukban a kromoszómák száma felényi, mint a szervezet többi sejtjében. A megtermékenyítéskor a két úgynevezett haploid-mag egyesülésével a kromoszomaszám ismét diploiddá kettőződik meg. A kromoszomaszám a hím- és a női nemi sejtek keletkezésekor, a herében, illetőleg a petefészekben végbe-

menő spermio-, illetőleg ovogenesis folyamán apad, a felére redukálódik. A kromoszomaredukció nagyjában úgy jön létre, hogy a szervezetben a fejlődés korai szakában a nemi sejtek a nemi mirigyekben hím spermiogoniumok, illetőleg női ovogoniumok alakjában spermatocitákká és ovocitákká különülnek el, amelyeknek két gyors egymásutánban következő úgynevezett érési vagy redukciós oszlása folyamán a kettéhasadt kromoszómák nem különülnek el az új sejtekben, hanem párosával oszlanak meg végeredményben nem két, hanem négy sejt között. Ezek mindegyikébe felényi számú kromoszóma, minden kromoszómából csak egy jut. Az ovium megtermékenyülésével a spermium által a két gaméta úgynevezett előmagja a zygótában teljes számú kromoszómát tartalmazó synkariónná egyesül. Ezen a ponton indul meg a pete fejlődése.. A növények gamétáinak képződését a nemzedékek váltakozása vagy ivadékcseré teszi bonyolulttá, midőn a kromoszomaredukció az ivartalan szaporodásból származó sporofitából kialakuló haploid gametofitában megy végbe. A hím mikrospóra, vagy virágporszem a bibére jutva szaporodik, hosszú csövet képez, amely eléri a petesejtet. A mikrospóra magja kettéoszlik; az egyik új mag újból két spermamagra oszlik, amelyek a makrospóra képezte embriózsákba jutnak. Az embriózsák egyik sejtje a petesejt, amelynek haploid magjával az egyik haploid spermamag egyesül diploid zygótává. A másik haploid spermamag az embriózsák két haploid magvú központú sejtjével triploid, azaz három kromoszomasorozatot tartalmazó úgynevezett endospermamaggá egyesül. E kettős megtermékenyítés után a petesejt oszlani kezd és embrióvá alakul ki, piciny gyökérrel, szárral és egy- vagy két sziklevéllel. Ugyanakkor az endospermamag oszlásából úgynevezett endospermasejtek keletkeznek, amelyek táplálékanyagokat raktároznak, az embrióval és a külső táplálék-szövettel együtt a magot képezik. A mag, amely az embrió csíráját magába rejti, a termő átalakulásával terméssé, gyümölcsé fejlődik. Az embrió fejlődése abbamarad, amíg kedvező életfeltételek között a mag kicsírázik és belőle az embrió teljesen kifejlődik.

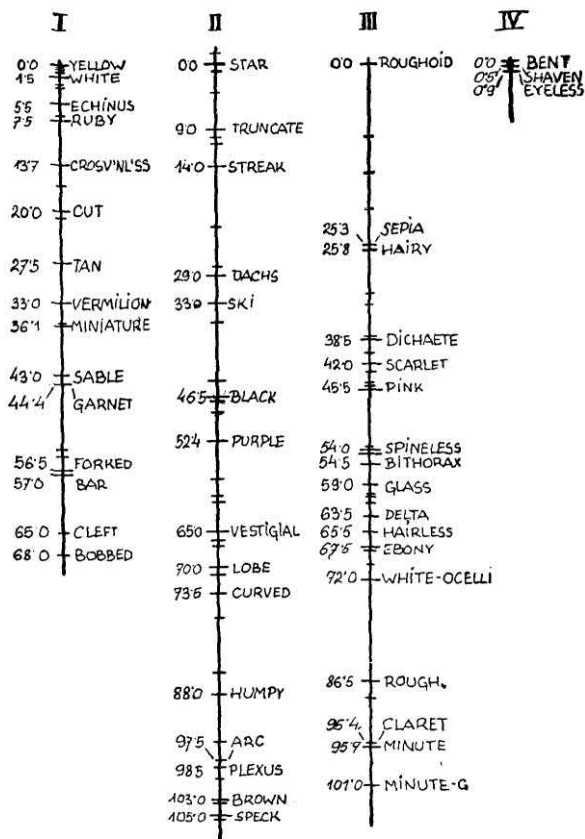
Az ivaros szaporodás a magasabbrendű növényekben és az alacsonyabbrendű állatokban az ivartalan szaporodás módjával felváltva megy végbe, amit ivadékcsereinek, vagy nemzedékváltakozásnak nevezünk. Amíg a növényekben a két szaporodási mód bensőségesen egybekapcsolódik, az állatok ivaros és ivartalan szaporodásának jelenségei a térben és az időben inkább elkülönülnek egymástól. Ivaros és ivartalan szaporodás váltakozása csak alacsonyrendű állatokban fordul elő. Az édesvízi hidra például ivartalan bimbózás útján polipusokat képez, vagy szervezetéről leváló, mozgékony, ivarosán szaporodó medúzákat, amelyeknek szervezete nagyon különbözik az anyaállattól és nemileg is különbözödtek. Ezek időnként ismét megtelepednek, polipokká alakulnak és ivartalanul szaporodnak tovább.

A véglények között az élőski sporozoonok váltakozó szaporodási módjainak ismerete orvosi nézőpontból is nagyfontosságú. A váltóláz, malária kórokozó plazmodiumának gazdacserével kapcsolatos nemzedékváltakozása három szakaszra oszlik. Ivartalan szaporodása az ember vörös vérséjtjeiben történik, midőn schizogonia útján sporogoniumokból, az úgynevezett sporozoiták tömlője keletkezik, amely szétesik. A fejlődési folyamat e ciklusának a beteg jellegzetes időszakos lázas állapotainak változása felel meg. Ugyancsak az ember vérséjtjeiben képződnek az ivaros szaporodásra képes hím mikrogaméták és nőnemű makrogaméták. Ezek fertőzik az anopheles nevű szúnyog nőtényét, midőn az ember véréből szívja. A szúnyog gyomrában a mikrogaméták megtermékenyítik a makrogamétákat, zygotává egyesülve, a szúnyog gyomorfalán átfürödnek a szúnyog nyálmirigyeibe és onnan mint sporozoiták a szúrás alkalmával az ember vérebe jutnak, ahol ivaros és ivartalan szaporodásuk ciklusa újból megindul. A közönséges szúnyog, a culex nem terjeszti a maláriát, mert megemészti a plazmodiumot.

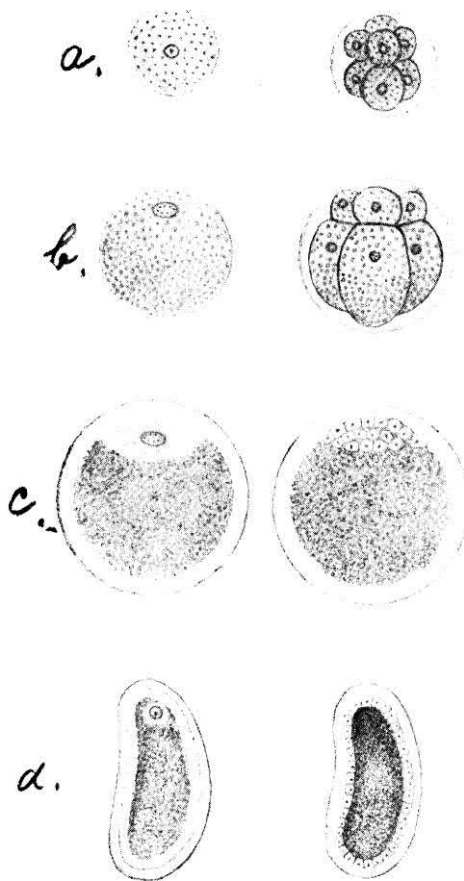
Az echinococcus nevű féreg ivarérett alakja a kutya belében élőködik, míg ivartalan szaporodási lárva mindenféle emlősállatban és az emberben is tömlőt képez, de csak a kutya belében termel gamétákká alakuló horog-



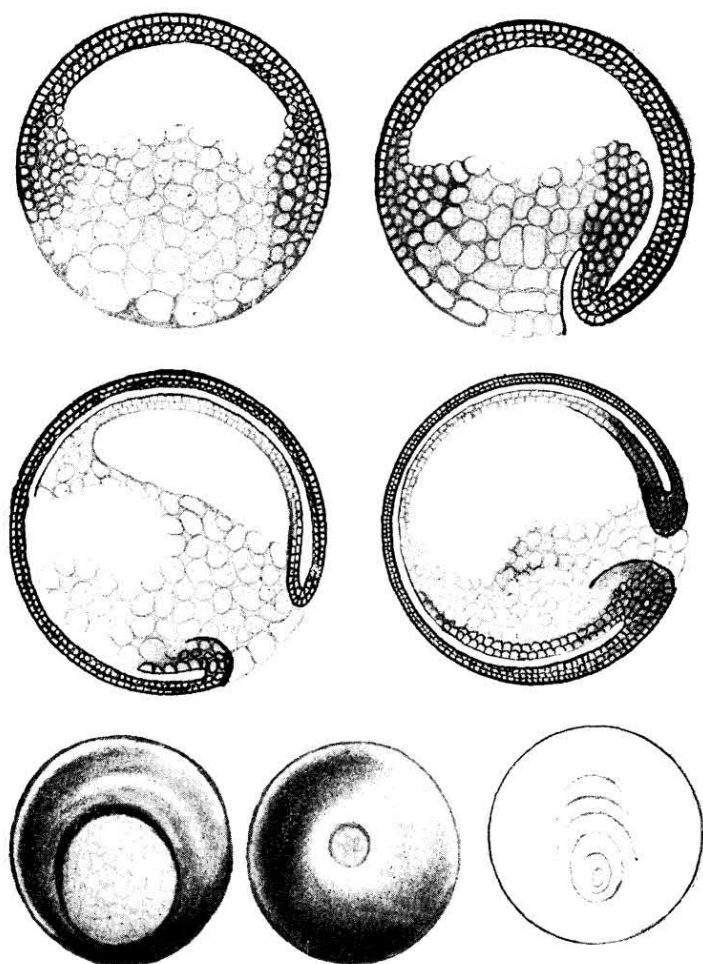
A kromoszomák átkereszteződésének (crossing over) mintája.
(Beneke Yost nyomán).



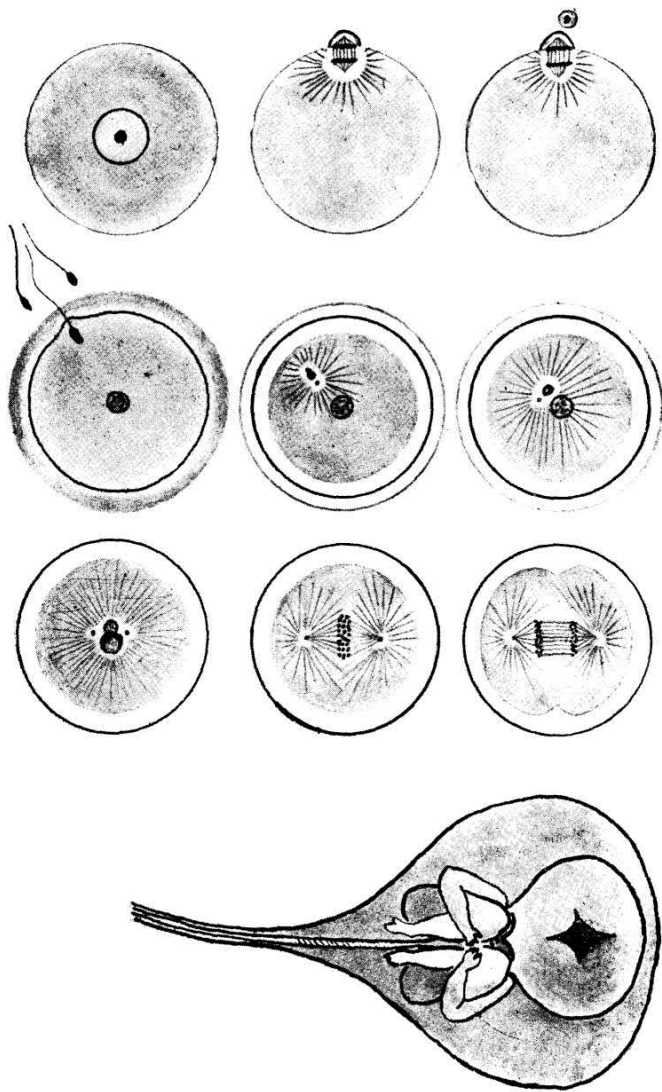
A gyümölcslégy kromoszoma-térképe. (Morgan után).



Különböző peték barázdálódása.
 (Weissenberg után).



A békapete gastrulációja és összajzáródása. (Weissenberg után).



Így képzelte a preformációs elmélet a spermiumot.

A tengeri sűn peténének érése és termékenyítése. (Weissenberg után).

alakú, úgynevezett scolexeket. Rovarokban az ivaros és a félivaros szaporodás, a parthenogenesis váltakozása gyakori. A szőlőt károsító tetű, a filoxéra megtermékenyített petéiből tavasszal szárny nélküli nőtények fejlődnek ivaros szaporodás útján, a nyár végén már csak megtermékenyítetlen petékből szárnyas nőtények fejlődnek, amelyek nagyobb nőnemű és kisebb hímnemű, ivarosán szaporodó kifejldő petéket raknak. Méhek és más rovarok termékenyített petéiből nőnemű, a termékenyítetlenekből hímnemű egyének fejlődnek.

A szűznemzés, parthenogenesis lehet haploid és diploid, vagyis az egyik nem gamétájából fejlődő szervezet sejtjei, a kromoszómák felényi, vagy teljes számát tartalmazhatják. A méhek, hangyák, darazsak és néhány más állat nőnemű egyéneinek sejtjeiben a kromoszómák teljes számban vannak meg, amint a megtermékenyített zygótában. A női gaméta a redukciós oszlás folytán haploid magvú, mint a hím összes sejtjei és a redukció elmaradásával keletkező gamétája is. A megtermékenyített gamétából kizárólag nőnemű, a termékenyítetlenekből hímnemű egyének fejlődnek.

A diploid parthenogenesis rovarokban, férgekben és más állatokban gyakori, midőn a petesejt redukciós oszlás nélkül fejlődik és megtermékenyülésre nem képes. Alacsonyrendű szervezetek szaporodásának különböző módját sok esetben nyilvánvalóan külső tényezők, hőmérséklet és táplálkozási viszonyok szabják meg.

A pete fejlődésének megindítása termékenyítés nélkül, mesterséges fizikai vagy kémiai behatásokkal a mesterséges parthenogenesis. Két-ivarosán szaporodó állatokban egyáltalán nem helyes a «mesterséges termékenyítés*» elnevezés. Minthogy a parthenogenesis természetes körülmények között még a magasabbrendű rovarok körében is állandó jelenség és külső anyagi tényezők behatására a természetben is létrejöhet, nem oly meglepő, hogy mesterséges beavatkozásokkal is előidézhető. A pete aktiválódása, a fejlődés megindítása, amely a termékenyítéssel egybekötve megy végbe, azzal nem azonos és termékenyítés nélkül is különböző ingerhatásokkal előidézhető, míg

valódi termékenyítés a gaméták egybeolvadásával csak faj azonos hím- és nőnemű egyének között jöhet létre. Egyes állatok petéi, fajidegen ondó ingerlő aktiváló behatására is fejlődésnek indulnak. A mesterséges, egynemű szaporodást, illetőleg a termékenyítetlen pete fejlődésnek indítását a tengeri sün petéiben Hertwig strichnin-oldatban, Morgan fokozott töménységű tengervízben érte el. Később Loeb Jaques behatóan tanulmányozta a kérdést érdekes részleteiben, de kísérleteinek eredményeiből túlságosan messzemenő, biológiai tényekkel nem számoló következtetéseket vont le és a szaporodás életjeleseit fizikai és kémiai alapon vélte értelmezhetőnek általuk. Tengeri sün petéin kimutatta, hogy a petesejt oszlásával járó barázdálódásának megindulásában két tényező szükséges, az egyik a szikhártya kialakulása, a másik az anyagcseretermékek felhalmozódásának meggátolása. A szikhártya kialakulását a felületi feszültséget csökkentő vegyi anyagok: ecetsav, zsírsavak, vagy szénsav alkalmasításával sikerült előidézni. A bomlástermékek felgyülemelését az oxidációs folyamatokat csökkentő, vagy a szikhártya áteresztőképességét fokozó anyagok, például magasabb töménységű tengervízzel sikerült megakadályozni. Delage előbb csersavat, majd ammoniákat kevert a tengervízhez és ezzel indította meg a tengeri sün megtermékenyítetlen petéjének teljes kifejlődését. Bataillon finom tűszúrással a békapete barázdálódását indította meg, sőt ha véresejtet, vagy szövettörmelékét vitt a pete belsejébe, az embrió teljes kifejlődését is elérte. Mindez és sok más ilyenirányú kísérlet csak azt bizonyítja, hogy a pete fejlődésének megindításában nem maga a termékenyítés a lényeges. Az egyivaros szaporodás és a pete fejlődésének mesterséges előidézése tehát lényegében abban különbözik a termékenyítéstől, hogy a szervezet csak egy gamétából, a petesejtből fejlődik, míg a kétivaros szaporodásban a két szülőből származó zygotából. A mesterséges parthenogenesisben tehát mesterséges termékenyítésről egyáltalán nem lehet szó.

A termékenyítés tehát nem annyira magára a szaporodásra jellemző jelenség, mert szaporodás nélkül is elő-

fordulhat, — amint a véglények kopulációjában látjuk — viszont a nemileg különböződött élőlények szaporodása termékenyítés nélkül is végbemehet, amint a parthenogenesis jelensége bizonyítja. A termékenyítés a kétneműségre jellemző jelenség.

A nemiség (heteroecia, gonochorismus) alapjelensége a gaméták különbözősége (az anizogámia), amely a magasabbrendű szervezetek egészében, a hím- és nőnemű egyén különbözőségében is kifejezésre jut.

Miután a nemi különböződés nyilvánvalóan nem tartozik a szaporodás nélkülözhetetlen lényegéhez, felmerül a kérdés, hogy mi lehet az értelme a nemiség kifejlődésének, miért fejlődik a petékből hím- vagy nőnemű egyén, megoszlásuk állandó pontos számbeli arán}rával.

A petesejt nemi meghatározottságának három lehetősége merül fel, a különböző erre vonatkozó elméletekben. Vagy már a termékenyítés előtt progam, vagy utána epigam, vagy azzal kapcsolatban syngam módon dőlhet el az új egyén neme. Az első lehetőséget valószínűvé teszi, hogy alacsonyabbrendű állatok kétféle petét raknak, amelyek közül a kisebbekből a termékenyítés után kivétel nélkül hímek, a nagyobbakból nőtények fejlődnek. A parthenogenesis jelenségei is a progam nemmeghatározás mellett szólnak, midőn — amint láttuk — a nem az évszaktól és más külső körülményektől függően alakul ki. Az epigam nemmeghatározás mellett szól, hogy békapetékből alacsony hőmérséken túlnyomóan nőtények, melegben hímek fejlődnek. A syngam nemmeghatározás mellett hathatós érv, hogy egypetéjű ikrek mindig egy-neműek, míg a két petéből származók egy-, vagy külön-neműek is lehetnek.

A nemnek a termékenyítés jelenségei által történő meghatározottsága mellett újabb érvek merültek fel az úgynevezett nemi kromoszómák vagy heterokromoszómák felfedezésével. Henking már negyven-egynéhány év előtt rovarok spermiumában egy ketté nem oszló úgynevezett «X» kromoszómát fedezett fel, amely a spermiogenesis folyamán csak a spermiumok egy részébe jut bele. Ilyen páratlan «X» és «Y» kromoszómák jelenléte különböző

típusok szerint szabja meg a zygota hím- vagy női ivarjellegét. Ezzel a nemmeghatározás az öröklés fogalma alá került és a kérdés a kísérleti örökléstani kutatás problémája lett.

A nemek különválása által feltételezett termékenyítésnek, csakúgy mint a kopulációnak a véglények szervezetére, a soksejtű szervezetre van felfrissítő hatása és a faj változatainak kialakulását is lehetővé teszi. Igen valószínű és a tapasztalattal egybehangzó az a felfogás, hogy mindennemű sejt és különmemű egyén úgy a hím-, mint a női jelleget magában hordja és csak az egyes jellegek túlsúlya szerint különbözik az egyik vagy a másik nem irányában. Erre vallanak a synoecia, az intersexuális, a hermafroditaság normálisan és rendellenesen előforduló esetei, midőn a hím- és női ivarállapot átmenete és keveredése áll fenn. Nemileg jól különbözött egyének is elvesztik nemi jellegeiket öregkorban, a nemi képességek eltűnése után. Öreg tyúk kakashoz válik hasonlóvá. Emberben is együtt jár a nemi mirigyek működésének kiesése az ellentétes nem jellegeinek ki-domborodásával.

A két nem között levő különbség a legalacsonyabb rendű állatokban olykor csak a nemi sejtek, a makro- és mikrogaméták különbségében nyilvánul meg. Egyes esetekben csak a nemi szervekre korlátozódik, vagy csak a párzás időszakában a szervezet nászának jellegében nyer kifejezést, vagy megnyilvánul az egész szervezetben állandóan. Madarakban többnyire csak a nemi érettség korában fejlődik ki a nemi különbözőség, sokszor igen kifejezetten, mint például a paradicsommadárban, vagy a pávában. Oly nagy is lehet a nemi különbség, hogy különböző fajokhoz tartozóknak tekintették egyes fajok hím- és nőnemű egyedeit. A tengerben élő nautilus hímje a nőtény mellett teljesen kicsiny és egészen más küllemű. Egyes pókok nőtényeinek nagysága sokszorosan felülmúlja a hímét. A tenger igen mély vizeiben élő photocorynus nevű hal parányi hímje a nőtény testfelületén élősöködik. A Földközi-tengerben élő bonellia nevű féreg hímje a nőtény szaporító csövében él.

A magasabbrendű gerincesekben a nemi különbségeket a nemi szervekre vonatkozó elsődleges és az azok alapján a nemi mirigyek belső elválasztású működésére visszavezethető másodlagos nemi különbségekre osztjuk.

A hím- és női szervezet nemi különbségei mind anatómiai, mind élettani nézőpontból a két nem párosodására, termékenyítő egyesülésére irányulnak. Amint már a természet szervezett egységének szemléletében rámutattunk, az ivaros szaporodásban a faj nemből különböző egyedei csak nemi egyesülésükben érik el szervezetük egységét.

Midőn a gaméták egyesülése a női szervezeten belül történik, a nemi ösztön vonzalma egyesíti a különmemű egyéneket a szerelmi élet legváltozatosabb jelenségeinek közrejátszásával.

A nemek párosodásában a nemi sejtek között levő alapvető különbségeknek megfelelően a hím a tevékenyebb, a mozgékonyabb. A különmemű egyének kölcsönös vonzalmában a másodlagos nemi jellegek nagymértékben közrejátszanak. Mint a növények nemi életében a virágok dísz, színe, illata és méze a termékenyítést közvetítő rovarok odacsalogatására irányul, az állatok termékenyítő vonzalmában a feltűnő, tetszetős külső érvényesül nagymértékben, különösen a madarak díszes tollazata, amelynek «nászruhájában» különösen a pázás ideje alatt tündökölnék és a különböző illatok, amelyek a hódra, a krokodilra és sok más állatra jellemzők, A különböző állati hangok szerelemre hívó zenéje, amelytől a szerelem évszakában a természet visszhangzik, a szentjánosbogár fényjelei, egyes állatok csábtáncái és a párosodást megelőző, olykor szinte szertartásos jellegű «udvarlásuk» mind a nemek egyesülésének szolgálatában állanak. Egyes állatokban különleges érzékszervek fejlődnek ki, mint a rovarok antennáiban, vagy egyes állatok rendkívül érzékeny szaglószerveiben, amelyek azokat a távoli nőstény felkeresésére irányítják.

A párosodás egyes állatok hímjeire végzetessé válik. A méhkirálynéval párosodó here hímtagjának kiszakadása folytán elpusztul. Egyes pókfajok hatalmasabb nősténye a párosodás után a hímet megöli, sőt fel is falja.

A SZÁRMAZÁS.

Az eddigiekben az életet az élőlényekben kifejezésu jutó, megfigyelésünk alá eső formáinak és jelenségeinek változatosságában, a sejt és a szervezet egészének individuális megjelenésében, a növényi és állati szervezetek együttélésének, közösségeinek, vonatkozásainak magasabb, a természet egységében kiegészülő szervezettségében ismertük meg.

A szaporodás élet jelensége nemcsak az élőlények elterjedését biztosítja, hanem a fajfenntartás által nemzedékeiknek kapcsolatát is megteremti származásuk és öröklésük múltja és fejlődésük jövője között. Amíg az öröklésnek és a fejlődésnek törvényszerűségeit a megfigyelés és a kísérlet tényeire alapíthatjuk, az élőlények származásának kutatásában a fajnak az élőlények anyagi és individuális valóságától elvonatkoztatott eszmei fogalmához kell folyamodnunk. A származástan ennél fogva a tárgyilagos megismerés lehetőségét nélkülözi, kiesik a biológia keretéből, amely az élőlények megismerésének tárgyilagos tudománya és csak közvetve, anatómiai, őslénytani, örökléstani és fejlődéstani alapjai révén tartozik a biológia tudomány körébe.

Módszerét tekintve a származástan a történettudománnyal rokon, történelmi okmányait a fossziliákban az őslénytán szolgáltatja, amelyben a földtan, az összehasonlító anatómia és fiziológia egyesülnek.

A származástan nem tényekre, hanem feltevésekre alapítja elméleteit, tisztán spekulatív tudomány, ezért nem is hoz felszínre tudományos igazságokat, nem alkot

tudományos törvényeket és következtetéseiben legfeljebb a bizonyossággal határos valószínűségig juthat el,

A származástan jelentősége a biológiai kutatás terén főként abban rejlik, hogy a fajok keletkezésének kutatásával az élőlények változandóságának, az öröklésnek és a fejlődésnek, a kialakulás és a működés vonatkozásainak kérdéseire terelte a figyelmet és ezzel az örökléstan és a fejlődéstan újabbkori rohamos fejlődésének legfőbb indítéka volt.

A származástan a fajok szaporodási közösségében élő szervezetek keletkezését kutatja. A fajok származásának problémáján már a régi görögök is eltűnődtek. Már Empedokles folytonosságot és rokonságot tételezett fel a különböző élőlények származásában, feltételezte, hogy a növények a földből keletkeztek, a növényekből alacsonyrendű állatok, azokból a magasabbrendűek és az ember.

Aristoteles már határozottabb formában vetette fel a fokozatos fejlődés gondolatát. Később a származás problémája a fajok egyszeri teremtésének vallásos hitében jutott nyugvópontra a fajok állandóságának feltételezésével, amint még Linné felfogásában is visszatükröződik. Cuvier őslénytani és összehasonlító anatómiai kutatásai előtérbe helyezték a fajok átalakulásainak kérdését. A fajok változandóságának és fokozatos fejlődésének gondolata Leonardo da Vinci, Goethe és Darwin Krasmus művészi elképzelésében született meg, majd a XIX. században Lamarck és Darwin tanaiban nagyszabású, mély elgondolású elméletekké fejlődött.

Iyamarck «Philosophie zoologique» című híres munkájában fejtette ki elgondolásait a fajok változandóságának tényezőiről. Az élőlények szervezetének kialakulásában a környezetnek tulajdonít fontos szerepet, amelyhez az állat alkalmazkodik. A szerveket szerinte a folytonos használat fejleszti ki, a nemhasználat pedig sorvasztja és visszafejlődésre bírja. Lamarck a fajok változását az életfeltételek megváltozására vezeti vissza. Elmélete szerint a szerveknek az életmódnak megfelelően változó, fokozott vagy csökkent használata következtében az egyéni életben kialakult szervezeti sajátosságai az utódok szerveze-

tében közvetlenül az öröklés által érvényesülnek. A sötétben, a földben vagy barlangokban élő állatok, mint a vakond vagy a proteus látószerve a nemhasználat következtében fejlődött vissza. A zsiráf elülső lábai és nyaka azért nőttek oly hosszúra, mert magastörzsű pálmafák lombjához nyújtózkodott sok nemzedéken át.

Lamarck elméletének alapelve az egyéni élet folyamán szerzett tulajdonságok örökölhetősége, amivel újabb örökléstani ismereteink éles ellentétben állanak. A lamarckizmus ellen felhozott sok érv között a legnyomósabbak egyike, hogy a szociális rovarok, mint a méhek dolgozóinak bonyolult szervezete és finom ösztönei nem fejlődhettek tovább az utódokban öröklés útján, mert ezek az egyének szaporodásra képtelenek,

Darwin tanainak kialakulására két tényező volt nagy hatással. Az egyik Lyell geológus megállapítása, amely megdöntötte Cuvier katasztrófaelméletét, hogy miként a földfelület átalakulása nem egyes események időnkint való hatására, hanem a szél, a víz, a meleg, a fagy és az élőlények behatása következtében fokozatosan, lassankint jön létre, az élőlények átalakulása is fokozatosan, észrevétlenül, igen hosszú idő alatt megy végbe. Ezenkívül Malthus Róbert társadalombölcseleti tanai gyakoroltak mély benyomást Darwinra. Ez a mű az ember és az élőlények nagyarányú szaporodási lehetőségei és a rendelkezésre álló táplálék korlátoltsága között levő aránytalanságra hívta fel a figyelmet. E két alapgondolatra építette Darwin elméletét. Felfogását «A fajok eredete természetes kiválogatódás révén, vagy az előnyös válfajok fennmaradása a létért való küzdelemben» című 1859-ben megjelent művében fejtette ki, amely világszerte óriási fel-tűnést keltett.

A fajok változását, új válfajok és azokból új fajok keletkezését a csekély egyéni változatoknak a nemzedékek hosszú során át végbemenő öröklődésével magyarázza, midőn az öröklődő és a faj átalakulásában érvényesülő jellegpek fennmaradását a létért való küzdelem szelekciós hatásának tulajdonítja. Egy faj egyénei sohasem teljesen egyformák, egyes tulajdonságok különbözően vannak ki-

fejlődve a különböző egyénekből. Minél előnyösebbek e tulajdonságok az élet versenyében az egyén táplálkozására és szaporodására, annál jobban biztosítják fennmaradását, szaporodását és ezzel az előnyös tulajdonságok átörökítését az utódokra. Az előnytelen tulajdonságokkal bíró egyének viszont elpusztulnak mielőtt szaporodhatnának. Oly hasznos variációk a szervezetben, amelyek az egyénnek a táplálék megszerzésében, a zsákmány üldözésében, a menekülésben az ellenség elől, vagy a szaporodásban előnyt biztosítanak, mint «előnyös válfajok» fennmaradnak és tovább szaporodnak,

így az állatoknak természeti környezetükkel megegyező színe, az úgynevezett szimpátiás színeződés előnyt jelent a létért való küzdelemben. Természetes háttérükkel megegyező színű válfajoknak van több esélyük, hogy a létért való küzdelemben fennmaradnak, például a sarki vidékeken, az örök jég és hó birodalmában a jegesmedve, a sarki madarak. A környezettől elütő színűek nehezebben rejtőzhetnek el üldözőik elől és nem férközhetnek észrevétlenül zsákmányuk közelébe, miért is a fajból lassankint ki válogatódnak. A sivatagban élő állatok előnyös válfajai a fakósárgaszínűek, mint az oroszlán, a gazella, amelyek előnyben vannak a másszínű válfajok felett, meit akár a támadó ragadozó észrevétlen közeledését, akár az elrejtőzést a támadó elől megkönnyítik. Ezt az előnyt biztosítja magának a háborúskodó ember is, midőn a hadszíntér terepének színébe beolvadó ruhát vesz magára. A szimpátiás színeződés jelenségei közé tartozik egyes vízi állatfajok üvegszerű átlátszósága, amely fennmaradásukat biztosítja. A környezet időszakos színváltozásához is alkalmazkodnak egyes állatok, sőt állandóan fennállhat ez az alkalmazkodási képesség színük megváltoztatásával, mint a kaméleonban. Fákon élő rovarok közül a kergén tartózkodók barnás vagy feketés, a leveleken tartózkodók zöld színe ugyancsak előnyt jelent fajuk fennmaradására.

A faj fennmaradásának kedvező a «mimikri» jelensége is, midőn a szervezetek nemcsak színükben, de alakjukban, küllemükben, sőt testfelületük rajzolatában és test-

tartásukban is élettelen testekhez, növényekhez vagy más állatokhoz hasonlítanak és ezzel kerülnek el üldözőik figyelmét. Az indiai kallima és más pillangófajok összecsukott szárnyakkal tökéletesen hasonlók egyes cserjék leveleihez, amelyeken megpihennek. Szárnyaik alakban, színben és erezetükben a levelekkel annyira megegyeznek, hogy még közlőről is csak nehezen különböztethetők meg azoktól. Darwin a mimikri jelenségének számos rendkívül érdekes esetét gyűjtötte össze elméletének igazolására.

A nemi kiválogatódás, a szexuális szelekció ugyancsak egyes testi jellegek fenntartásának eszköze, olyan értelemben, hogy előnyt jelentenek a párosodásban a versenytársak fölött. A nőért vívott küzdelemben a hímszarvas fejlettebb agancsa, amely különben a menekülésben hátrányos, a vetélytárs legyőzésében előnyt jelent, csakúgy, mint a nő meghódításának a tetszetősség fokozására irányuló eszközei, a madarak díszes tollzatában, éneklőképességében kifejezett jellegek a párosodásban és ezzel a tulajdonság átörökítésében érvényesülnek és a fajban fennmaradnak.

A természetes szelekció alapján magyarázta Darwin azt a tényt is, hogy a tenger kisebb szigetein a rovarfajok szárnyatlan válfajai vannak feltűnő túlsúlyban. A szárnyatlanság akként érvényesül előnyösen, hogy az ilyen válfajok fennmaradása és szaporodása valószínűbb, mint a szárnyas válfajoké, mert azokat, midőn a tenger fölé repülnek, a szél a tengerbe sodorja.

Háziállatok tenyésztésében hasznosításuk nézőpontjából a gazda helyettesíti a természetes szelekciót, midőn az előnyös tulajdonságokkal bíró válfajok egyedeit párosítja, így tenyésztik ki tervszerűen a fajnak egyes egyéneiben jelentkező variációit, következetesen párosítva az előnyös tulajdonságokkal bíró egyedeket, hogy a tulajdonság egyenes vonalban öröklődjék és fokozódjék. Ilyen tulajdonságok a disznó hajlandósága a hízásra vagy izomzatának fejlettsége, amelyek a zsír- vagy a hússertés kitenyésztésében játszanak szerepet. A juhek között a hosszúszőrű fajták szaporítása előnyös. A baromfitenyésztésben a válfaj hús- vagy tojáshozama játszik szerepet, a ló-

tenyészetben vagy a könnyű, gyorsan futó válfajok, vagy a teherhúzásra alkalmas testi alkat kitenyésztése.

Darwin elmélete értelmében tehát az élőlények elterjedésének lehetőségeit a létért való küzdelem korlátozza. Az előnyös, életrevaló, célszerű jelleggel bíró válfajok fennmaradnak az élet küzdelmében, a hátrányos tulajdonságokkal bíró előnytelenek pedig eltűnnek. A hasznos tulajdonságok a fajban állandósulnak, a károsak eltűnnek belőle. Ennek alapfeltétele a fajoknak az egyénekből kifejezésre jutó változékonysága, variabilitása és az egyéni variációk fennmaradása az utódokban az öröklés által.

Amíg Lyamarck elmélete szerint a variációkat az alkalmazkodás a külső előfeltételekhez és a működéshez hozza létre és az egyéni életben szerzett tulajdonságok öröklődnek az utódokban, Darwin a variációk létrejöttének feltételeit nem kutatja, csak öröklődésüket tételezi fel.

Lamarck és Darwin tanai a fajok keletkezésének magyarázataira irányuló következtetéseikben nem állották ki a tudományos kritikát. Sem az alkalmazkodással a külső előfeltételekhez és a működéshez, sem pedig a szelekcióval nem tudjuk magyarázni a fajok keletkezését, mert e tényezők csak a már meglévő tulajdonságok és jellegek módosulásában és kiválogatásában érvényesülhetnek. Az is tény, hogy az élőlényekre igen célszerűtlen és káros jellegek és tulajdonságok maradhatnak fenn.

A korszerű örökléstani kutatás megdöntötte nemcsak Lamarck felfogását a szerzett tulajdonságok öröklődéséről, de Darwin ama feltevését is, hogy a csekély egyéni variációk öröklődnének és lassanként fokozódnának az utódokban. A szervezetnek az éghajlati viszonyok és más külső körülmények okozta módosulásai az örökléstani megfigyelések és kísérletek szerint egyáltalán nem öröklődnek. Az egyéni eltérések, az úgynevezett fluktuáló variációk nem szélsőséges, hanem csak középértékükben jelennek meg és a körül variálnak az utódokban, a faj öröklődő változatai pedig nem lassankint, fokozatosan, hanem hirtelen, ugrásszerűen lépnek fel, amint azt a következőkben látni fogjuk, ellentétben Linné megállapításával, hogy «natura non facit saltum», nincs ugrás a természetben.

Eltekintve Lamarck és Darwin elméletének az élőlények származását nem kielégítően magyarázó voltától, a tanok eredeti és mély lényege ma is termékenyítően érvényesül az örökléstanban és a fejlődéstanban. A működéses vagy funkcionális alkalmazkodás, valamint a szelekció tényezője a fejlődésben és a szerveződésben domborodik ki, a természetes kiválogatódásnak a célszerűtlen, szertelen egyéni variációk kiküszöbölésében, a faj jellegeinek állandósításában is nagy jelentőséget kell tulajdonítanunk.

A származástan nagy úttörőinek maradandó értékű megfigyelései s gondolatai a fajok változóságának és fokozatos fejlődésének feltételezését általánosan elfogadott hitté avatták, anélkül azonban, hogy a fajok evolúciójának mikéntjére vonatkozó, az élettudományban helytálló értelmezéshez eljutottak volna. Az élőlények származásának és az új fajok keletkezésének értelmezésére szánt elméleteik tudományos értéke nem a származástanban, hanem újabbkeletű tudományokban, az örökléstanban és fejlődéstanban érvényesült, amelyek a lamarckizmus és darwinizmus tudományos értékeinek letéteményesei.

A darwinizmus tarthatatlan sejtésekre alapított tudományos spekulációk formájában a tudományon kívül indult burjánzásnak, midőn tudományosan bebizonyított tények gyanánt fogadták el egyes tudósok fantáziájának a tudományos kritika korlátait áttörő csapongásait.

A fajok átalakulásának és fokozatos fejlődésének magyarázatára elégtelen lamarckizmussal és darwinizmussal szemben más elméletek is keletkeztek.

Wagner Mór «migrációs» teóriája szerint új válfajok akkor alakulnak ki, ha egy faj csoportja valamely földrészen faj rokonaitól elszakadva elkülönül. Ilyen elkülönülés főként földrészek elszigetelésekor jöhet létre a tenger által.

Naegelia fajokban rejlő tökéletesedési elvet tételezett fel. Az addig különösen a külső feltételekben keresett átalakító tényezők helyett a szervezetek belső tényezőire irányította a figyelmet.

Éimer «orthogenezis» tana szerint a szervezetek mind

bonyolultabb kialakulásában és szerveződésében a fejlődés bizonyos egyenes irányzatú vonala érvényesül, amely a fajok nemzedékein keresztül kihalásukig végigvonul. Íz az elmélet az egyéni fejlődés, ontogenezis és a fajfejlődés, phylogenezis között von párhuzamot. Amíg az orthogenezis elve egy ideig a faj egyedeiben a célszerű növekedésben és szerveződésben fejt ki hatását, bizonyos fokon túl a szervek és a szervezet életképességének rovására nyilvánul meg. A szervezet testének szertelen növekedése már magábanvéve kihalását vonja maga után, mert amíg a test tömege mértani, táplálófelülete csak számtani arányban növekszik, a túlnagy test hővesztesége, táplálékigénye fokozott, mozgékonyága korlátozott, tehetetlenségi momentuma nagy. Ki is haltak a szertelen testnagyságú fajok, mint a jura- és triász-korszak ötvenmillió év előtt élt óriási négylábú csúszómászói, az embernagyságú végtagsontokkal bíró dinosaurusok, amelyek harminc méter hosszúságot is elértek. Mellettük későbbi korszakok kihalt óriási emlősállatai, mastodonok és mammutok valósággal eltörpültek. A testrészek túltengesei és összehangzatos működésüknek zavarai is a faj kihalását siettetik. Az óriás szarvas kétméteres agancsa, a mammut körben felhajlott agyarái, a machairodus oly hosszúra nőtt szemfogai, hogy szájának kinyitásában és a járásban akadályozta, nem az előnyös fajra kedvező kiválógotadás tana mellett szólnak, hanem célszerűtlen, dysteleológiás, tényezők.

A szervezetben az egyén fennmaradását és a faj progresszív fejlődését szolgáló tulajdonságokon és jellegeken kívül olyanokat is találunk, amelyek a fajra hátrányosak, esetleg más szervezet előnyére válnak, vagy a faj kihalását eredményezik. E jelenségek arra utalnak, hogy, amint a soksejtű szervezet életén belül az egyes sejtfajtáknak és sejtegyéneknek megvan a maguk külön élete, az élő szervezet egyéneinek nemzedékeiben élő faj is külön életet él az anyagi, egyéni létformán kívül eső szervezettségében.

Mi a faj, hogyan származik és folytatódik nemzedékei változatos életformáiban?

A faj fogalma ideális, a múltban élt, a jelenben élő és

a jövőben létrejövendő, megszületendő élőlények szaporodási közösségének ideája, amely élőlények egyedül kimutatható, nem is anyagi, csak formális kapcsolatát a két megtermékenyülő nemi sejtben egybeolvadó kromoszómák képezik. A faj fogalmában az ideának nem aristotelési, a forma anyagi valóságában immanensen benne rejlő, hanem a dolgoktól elvonatkoztatott transcendens, platói értelme van.

Az élőlények a valóságban csak egyének alakjában léteznek, a faj ideális fogalmában az egyéneket és őseiket, amelyektől származtak, a «faji kritériumok» alapján foghíjuk össze. Ilyenek a már felületes szemlélet által megállapítható hasonlóság a fajhoz tartozó egyének között. Ez alapon történt az élőlények osztályozása és rendszerezése fajok, nemek, családok, rendek, osztályok és törzsek szerint a növények és állatok világában, amely két világ a véglények birodalmában olvad egybe. A rendszerben minden faj, amelyek számát milliónál is többre becsülik, megtalálja a maga helyét és nevét, tüzetesen meghatározható általa. Rendesen oly szembetűnő a külső hasonlóság is a faj egyénei között, hogy elhatárolásuk más faj egyéneivel szemben nem okoz nehézséget. Az élőlények fajközössége típusközösségében a szervezet szerkezetének felépítési tervében, szervrendszereiben is megnyilvánul, -y

További faji kritérium a szaporodás közössége, amelynek alapján Cuvier határozta meg a faj fogalmát ama szervezetek összességében, amelyek egymástól, közös szülőtől, vagy olyanoktól származtak, amelyek egymáshoz annyira hasonlítanak, mint hozzájuk. Egy fajhoz tartozó különemű egyének között szaporodási képesség áll fenn, ami különböző fajok között hiányzik.

A fajrokonság a «vérokonság»-ban is megnyilvánulja fajidegen vérsavó átömlesztése a vörösvértesteket feloldja és védőanyagokat termel, amely a vérszövetek összecsapódását, a vérsavó fehérjének kicsapódását hozza létre. Növények nedveiben is kimutattak ily anyagokat, amelyekkel egyes növényfajok rokonságát állapították meg. Ama tény, hogy a szervezetek szerkezetében és

működésében megnyilvánuló hasonlóság egybeesik származási közösségük faj rokonságával, a fajok egymásközött való rokonságának és közös származásának kérdését vetette fel. E kérdés körül alakultak ki a származástani elméletek.

A fajok származásának kérdése az élőlények keletkezésének ismeretlenségében vész el. Amint teljes bizonytalanságban vagyunk a tudományban afelől, hogy az első élőlény miként és hogyan jelent meg a földön, a fajok származása dolgában is csak találgatásra és feltevésre vagyunk utalva. Az egyik feltevés szerint a fajok kezdettől fogva léteznek, az egyes fajok között nincs átmenet és rokonság, lij fajok nem keletkeznek. A másik, ma általánosan elfogadott felfogás szerint a fajok egyszerű alacsonyrendű kezdeteiből fokozatosan fejlődtek a magasabbrendű szervezetek, a fajok, a nemzedékek hosszú sorozatán át. Ez az evolúció általános tana, amelyből a fajok átalakulásának elmélete alakul ki. Eszerint az új fajok régebbi fajoktól származnak, az összes élőlények származása egyszerű szervezetek őseire vezethető vissza, amelyek átalakulása révén új fajok keletkeztek. Ez a szorosabb értelemben vett származástani, descendencia tana, vagy transzformizmus, amely az összes élőlények között a közös származáson alapuló rokonságot tételezi fel.

Bár sem új fajok keletkezését, sem a ma élő fajok átalakulását nem sikerült megfigyelni, s a kihalt fajok között levő kapcsolatokat két faj között átmenetet képező szervezetekben sem lehetett bizonyossággal kimutatni, az evolúció valószínűsége mellett mégis annyi érv merült fel, hogy az élettudományban történelmi adottságnak tekintjük. Az evolúció feltételezése az élőlények mesterséges rendszerét a fajok között levő rokonsági vonatkozás **természetes** rendszerévé avatja, amely, ha nem is tekinthető véglegesnek és folytonos javításra szorul, szerves összefüggésben tünteti fel az élő szervezeteket és az önmagukban érthetetlen jelenségek egész sorának egységes magyarázatát adja.

A származástani érveit első sorban az őslénytan ismereteiből meríti. A Föld rétegeiben oly élőlények maradva-

nyait találták, amilyenek ma nem léteznek, viszont a ma élő szervezetek nyomait az ősidőktől származó földrétegekben nem találták meg. A kihalt fajok általában egyszerűbb alacsonyabbrendű szervezeteknek bizonyultak, a magasabb rendű szervezetek nyomai csak későbbi korszakból maradtak vissza. A fossziliák geológiai sorrendjében a Föld őskorából, az archaikumból származó kőzetek anyagából geológiai számítások szerint 600 millió év előtt élt élőlényekre következtetnek. A tengeri állatok első nyomait a Föld ókorának 300 millió év előtt való cambrium korszakából származtatják, rovarok maradványait a carbon-korszakból, csúszómászókat és kétlélűeket a Föld 60 millió év előtt való középkorából. A Föld újkorában jelentek meg az első, ma már nem élő emlősök fajai, míg a jégkorszakban, félmillió év előtt a ma élő összes élőlények fajai már képviselve voltak és azóta sem alakultak át más fajokká. Ha a Föld történetének geológiai korszakait az óra számlapján olvasnók le déltől éjfélig, amint hozzávetőlegesen kiszámították, a tengeri gerinctelen állatok csak délután hatkor, alacsonyabbrendű szárazföldi növények és állatok csak este nyolc óra után, az emlősök és virágos növények csak az utolsó negyedórában jelennek meg éjféli előtt, míg a történelmi idők 25,000 éve csak az utolsó négy másodpercet venné igénybe.

Az élőlények paleontológiai maradványai, amint a földrétegek egymásutánjában a rendszertani csoportoknak megfelelő sorrendben feltárultak, a «faj átalakul és történelmi okmányai»). A földkéreg — amint Agassiz mondotta — nagy temető, a sziklák sírkövek, amelyekre a beléjük temetett halottak maguk írták sírfelirataikat. A fajok evolúciójának e kőbe vésett dokumentumai, az élőlények különböző típusai időben az egyszerű formáktól az összetettek felé haladó sorrendben jelentek meg.

A növények valószínűleg a vízben lebegő plankton egyszerű moszataiból indultak ki, de ezek nyomai nem maradtak fenn. Ezekből alakultak ki meggyökeresedésük által a parti flóra és a szárazföldet elborító növényzet a Föld ókorának silur korszakában. Az első ősi szárazföldi növény, amelyet maradványaiából rekonstruáltak, a tüskés

ágazatú, levélnélkül való psytophyton. Azután a páfrány-szerű növények szaporodtak el és alakultak ki óriási növényekké. A triasból ma is élő növény családok fajait őrizték meg a kövületek. A ma élő flóra virágos növényei, tülevelű páfrányai és más csoportjai között származási kapcsolatot kimutatni nem lehetett.

Feltűnő, hogy a növények bőséges magtermése mellett elterjedéstik igen korlátolt. A vadon élő növények megszlása a fajok számarányában egyes helyeken igen állandó.

Az állatok származásában a gerinctelenek egyes fajai között levő átmenetekre vonatkozólag a geológiai maradványok semmiféle adatot nem nyújtanak. Átmeneti alakokat, amelyek két különböző faj között levő származási kapcsolatot kétségtelenül igazolnák, egyáltalán nem sikerült találni, illetőleg maradványainak lenyomataiból rekonstruálni. Egésze véve a fosszilis maradványok az ősi élet igen hézagos képét tárják elénk és rekonstrukciójukban a képzeletnek túlságosan nagy szerep jut. Mindig felmerül azonban a kétely, hogy az átmeneti alakoknak, vagy a fajfejlődés egyes stádiumainak tekintett szervezetek maradványai nem kihalt fajokhoz tartozó élőlényektől, vagy két faj fejlődésének közös ősalakjától erednek-e?

Egyszerű példája az evolúció őslénytani magyarázatának a paludina, a mocsári csiga ma élő fajainak leszármaztatása egymásból, a csigaháznak a fajokra jellemző egyszerű, sima és a mindinkább rovátkás, díszesebb kialakása alapján.

A magyar alföldön a pliocen-korszakban elterülő tó fenekén mintegy százméteres üledékréteg legmélyén a símaházú csigák maradványait találták, míg a felsőbb rétegekben felfelé fokozatosan jelentek meg a mindinkább díszesebb szerkezetű csigaházak több és több faj maradványai között. Ebben az esetben is csak valószínű feltevés és nem bebizonyított tény, hogy a csigafajok egymásból alakultak át.

A jura-korszakból származó archeopteryxnek nevezett őslény maradványa hosszú farokkal, karmokkal és fogakkal bíró lényt örökített meg, amelyet sokan a csúszómászók és madarak állatosztályai között való átmeneti

alaknak, összekötő tagnak tekintettek. Élénk vita alakult ki ez öslény körül, amelyet ma már sok tekintélyes paleontológus nem tart átmeneti alaknak, hanem kihalt madárfajhoz tartozónak. Hogy az archeopteryx a ma élő madárfajok őse lenne, semmiféle bizonyíték nincs.

A lovak törzsfajlásának kutatásában a paleontológiai kutatás számára igen bő anyag állott rendelkezésre Amerikában. A ma élő egy pata jú ló őseit az eocén-korszakból, 55 millió év előtt való időből fennmaradt, macskanagyságú, öt ujjal bíró ősrre igyekeznek visszavezetni, a csontváz átmeneti alakjainak összehasonlítása alapján. Az úgynevezett oro-, epi-, és mezohippus kihalt átmeneti alakokon keresztül a lóláb kialakulását követték, amint csontvázán az öt ujj közül a középső mind erősebben fejlett, végén a szarupata számára mindjobban kiszélesedő csontfelülettel, míg a többi négy ujj megrövidül, a földet nem éri és számban is csökken. A 2. és 4. ujj utolsó maradványai a ma élő lóban csak a bőr alatt elrejtett jelentéktelen csontszilánkok alakjában léteznek. A paleontológusok véleményei e leletek értelmezésében is eltérnek egymástól. Azt vitatják, hogy a kihalt és a ma élő lófajok több családból is származhattak és hogy a származási összefüggés közöttük nem bizonyítható.

A származáselmélet mellett felhozott anatómiai érvek között tulajdonképpen a rendszertan alapját képező összes testalkatbeli sajátosságok típus hasonlósága, maga az élőlények rendszerbefoglalásának lehetősége a legnyomatékosabb. Az összehasonlító anatómia a gerincesek csontvázrendszerében és szervrendszereiben annyi hasonlóságot fedezett fel, hogy alaptervük közössége alapján minden változatuk és a különböző szervezetek életmódjának megfelelő alkalmazkodásuk mellett is a származási rokonságra utalnak. A különböző szervek homológiája és analógiája alapján még akkor is kimutatható a szervek típusközössége, ha az életkörülmények megváltoztatása folytán más és más célt szolgálnak. A gerincesek első végtagjai és a madarak szárnya között levő homológia és analógia, a halak úszóhólyagja és a szárazföldi állatok tüdeje között levő analógia a működés megváltozásával értelmezhető, úgy-

szintén az eredetileg más szerkezetű szervek konvergenciája, ami a megváltozott működéshez módosult szerkezeti átalakulásban nyilvánul meg.

A fajok fokozatos fejlődése mellett szól olyan úgynevezett csökevényes szervek jelenléte egyes szervezetekben, amelyeknek látszólag már nincsen jelentőségük, teljesen célszerűtlenek. Ezek a vesztigiális vagy rudimentaer szervek egyes állatosztályok fajaiban célszerűen illeszkednek be a szervezetbe, míg másokban feleslegessé válnak, de elsatnyulva fennmaradtak és azáltal, hogy megbetegedésekre haljamosak, veszélyére is lehetnek a szervezetnek. Ilyen visszafejlődésben levő szervek a sötétben élő állatok látószerve, a disznó oldalsó lábujjai, amelyek már nem érik a földet, gyíkok végtagjainak és medencéjének megfelelő csontok kígyókban, amelyeknek a kúszómozgásokban már nincs jelentőségük. Ilyen csökevényes szerv az ember vakbelének főregnyúlványa, amely a növényevők hosszú vakbelének maradványaként fogható fel. Darwin az ilyen szerveket igen szellemesen a divatos ruhadarabokon régi divatokból visszamaradt, feleslegessé vált gombokhoz és gomblyukakhoz hasonlította.

A származástan a fejlődéstani ismeretekben talált igen meggyőző érvekre. Az egyéni fejlődés jelenségeinek összehasonlítása a különböző élőlények kifejlődött szervezeteinek rendszertani sorozatával, annak a felismeréséhez vezetett, hogy a magasabbrendű állatok embriói fejlődésük szakaszaiban kifejlett alacsonyabbrendű állatokhoz hasonlítanak, másrészt a különböző állatok embriófannál hasonlóbbak egymáshoz, minél korábbi fejlődési stádiumban vannak. Már Harvey és Hunter régen utaltak erre a jelenségre. Meckel hangsúlyozta, hogy a legmagasabbrendű állatok fejlődési fokozatai alacsonyabbrendű állatokhoz hasonlóak. Már Darwinra is mély benyomást tett Baer ama megállapítása, hogy a legkülönbözőbb állatok, emlősök, madarak, gyíkok, kígyók fejlődésük korai stádiumában egészben és részeikben a megkülönböztethetelenségig hasonlóak. Később ezt a hasonlóságot az evolucionizmus tanának igazolására érvényesítették. Haeckel rekapitulációs elméletét alapította az embrió fejlődése és a fajok

átalakulása között való párhuzamra, amelyet úgy fejezett ki «biogenetikai alaptörvény» gyanánt, hogy az egyes egyén fejlődése a faj fejlődésének gyors összevonása. Huxley ugyane gondolat alapján megállapította, hogy «az állat fejlődésében saját származásának törzsfáját mássza meg», ami annyit jelent, hogy az egyén embrionális fejlődésében fokozatosan átmegy azokon az alakulatokon, amelyekben keresztül a faj fejlődésének hosszú korszakain átalakult.

A rekapitulációs elmélet értelmében a magasabbrendű szervezet fejlődésének kiindulási pontján a megtermékenyített petesejt egysejtes szakának a fajfejlődésben az egysejtű véglény szervezete felel meg, amelyből a magasabbrendű szervezetek származhattak. A csíralemezek tanával összhangban a rekapitulációs elmélet szerint a két csíralemezből kialakuló gastrulastádium, — amelyet, mint végleges stádiumot tırbélűekben találunk meg két sejtrétegű tömlő alakjában — a kiindulási pontja a soksejtű szervezetek fejlődésének. Haeckel gastrulaelmélete az összes szervezetek származását ilyen feltételezett őslény, a *gastraea* ősalakjára vezeti vissza. A gerinchúr átmeneti kifejlődése a gerincesek embrióiban a test ideiglenes váza gyanánt, ahogyan a chordaták alacsonyabbrendű szervezetében a végleges állapotnak felel meg, a rekapitulációs elméletet támogatja. Az emlősök szíve kezdetben S alakú görbe cső alakjában fejlődik, mint a halak végleges szíve. Az emlősök embrióinak nyakán átmenetileg kopoltyúívek fejlődnek, mint a halakban. A béka és a hal származási közösségére utal, hogy a békalárva a haléhoz hasonló szervezettel kel ki a petéből, kétrekeszű szíve, hosszú farka és kopoltyúja van. Az érrendszer fejlődésében is kifejezett az analógia a magasabbrendűek embrionális stádiumai és az alacsonyrendűek végkifejlete között. Még az emlősök érrendszerének első embrionális telepe is a kopoltyúva lélegző állatok későbbi működésére irányulóan alakul k noha ilyen működésre sohasem kerül sor.

A rekapitulációs elmélet minden tetszetősége mellett is, ma már megdőltnek tekinthető, miután igen korlátolt érvényűnek bizonyult. Nem a magasabbrendű szerveze-

tek fejlődési szakaszai és alacsony rendűek kifejlett szervezetei, hanem csak az utóbbiak fejlődési stádiumai hozzátartoznak az előbbivel vonatkozásba,

A magasabbrendű szervezeteknek alacsonyabbrendűekre visszavezethető származására utalnak ama fejlődési rendellenességek és szabálytalanságok a magasabbrendű szervezetben, amelyek alacsonyabbrendű szervezetek állandó jellegéhez tartoznak. Ilyenek az emberben a fölösszámú emlőbimbók, a farok maradványa, a zsigerívek maradványaként fennmaradó nyaki sipolyok, kettéosztott anyaméh, hézag a metszőfogak között, stb.

Az egyéni fejlődés a fajfejlődés szakaszait rendszerint meghaladja, de az is előfordul, hogy a kifejlődött szervezet a végső embrionális vagy lárva-állapotához képest jelentékenyen visszafejlődött. Az egyes fajokon belül egymásközött levő közös jellegek, hasonlóságok és különbségek alapján a faj más egyéneivel szemben, de a faj szaporodási közösségén belül, válfajokat, faj változatokat, rasszokat, subspecieket különböztetünk meg. A válfajokat a származástán nézőpontjából új fajok kezdete gyanánt is felfoghatjuk, a nélkül, hogy e lehetőségre bizonyítékunk volna.

A válfajok keletkezésének kérdését a faj szaporodási közösségén belül a növénytermelés és állattenyésztés gyakorlati tapasztalatai alapján megfigyeléssel és kísérlettel is tanulmányozhatjuk. Megkülönböztethetjük a válfajok keletkezésében közrejátszó belső és külső tényezőket, amelyek tulajdonságok öröklésében és a faj változatok jellegének fennmaradásában szerepet játszanak. Ezzel a válfajok keletkezésének kérdése az örökléstani kutatás területére kerül és remélhető, hogy mélyebb megismerése a fajok keletkezésének és átalakulásának tudományos értelmezésében is haladást jelent.

A származástannal, különösen a darwinizmus tanaiban, az ember származásának kérdése került előtérbe és nagymértékben hozzájárult az általános érdeklődés felkeltéséhez a származástani problémák iránt. Ám éppen az ember származására vonatkozó feltevésekben ragadtatták magukat egyes tudósok oly túlzásokra, amelyek az egész származástan hitelének megrendüléséhez vezettek.

Amíg maga Darwin az ember származásának kéidéséte csak nagy óvatossággal, önmérséklettel alkalmazta nagy)zabású elméletét, a darwinisták egyenesen erre a problémára irányították a fajok származásának általános kérdését. Társadalmi és politikai célok szolgálatában, vallásellenes célzatossággal, elsietve vonták le következtetéseiket a fajok származásának amúgy is tisztán feltevésekre alapított tanaiból.

Miután a származástanban tényekről egyáltalán nem, csak valószínűségről lehet szó, valamely fajnak átalakulását egy másikba sem őslények, sem a ma élő szervezetek közt bizonyítani nem lehetett, az ember majomeredet csak feltételezni lehetne. De a feltevésnek még valószínűsége sem forog fenn, mert az ember és a majom is aránylag késői vendégei a Földnek, így az átmeneti alakot iriss nyomaiban nagyobb valószínűséggel kellett volna megtalálni. Ezt pedig éppen úgy, mint más fajok között sem, az ember és a majom között sem sikerült megtalálni s nem sikerült betölteni a fajokat elválasztó, úgynevezett morfológiai hézagot.

Bizonyos, hogy a fajok rokonsága mellett felhozott általános rendszertani, őslénytani, anatómiai, fejlődéstani és szerológiai érvek a majom és az ember faji vonatkozásaiban is érvényesülnek. A két szervezet hasonlósága alapján az ember és a majom a főemlősök, primatesek rendszertani osztályába sorolható. Fejlődésükben legtovább hasonlók egymáshoz, méhlepényük hasonló, fogazatuk megegyező. A gorilla, csimpánz és orangután vérsavóreakcióinak eltérése kisebb az emberével, mint egyes alacsonyabbrendű majomfajokéval szemben. E hasonlóságok mellett azonban sok tekintetben az ember és az állat különbsége még a majmokkal szemben is igen kifejezett és különösen az ember egyenes testtartásában, agykoponyája és agyveleje hatalmas fejlődésében, merőleges állkapocs- és fogállásában, állának, orrának kialakulásában, szőrzetének és bőre festenyzettségének csekély voltában nyilvánulnak meg.

Az ősemberek és ősmajmok leleteinek leírásában és értelmezésében annyi az ellenmondás, hogy a kérdés

mérlegelésében adataik alig értékesíthetők. A *Pithecanthropus erectus*, a neandervölgyi, heidelbergi, henngsdorfi, jávai és más Ősemberleletek egyes csontjai legfeljebb csak egyes jellegekben állanak közelebb az ősmajmok, vagy ma is élő majmok csontjaihoz, más jellegekben pedig távolabb, mint a ma emberéi.

Új nézőpontot domborított ki újabban a kérdésben Bolk eredeti elméletével «az emberréválás problémájára» vonatkozólag. Az emberi sajátosságokat az ember kése-delmes méhen belül való fejlődésére és még kifejtetlen, embrionális állapotba történő megszületésére vezeti vissza, nem pedig a majomszerű állapot továbbfejlődésére és a szervezetben rejlő, egységes, különleges fejlődési elv alapján magyarázza.

Az emberi nem származását tekintve éppen úgy, mint az élet más jelenségeiben a természet növényi és állati életközösségének részese és az élő lények között feltételezhető fajrokonság alól sem kivétel, akár az élőlények teremtésének közösségében, akár a fajok evolúciójának átalakulásaiban hisszük a rokonság kapcsolatait.

AZ ÖRÖKLÉS

Az öröklés az ősök tulajdonságainak, fajuk jellegeinek átvitele utódaikra a szaporodás folyamán. Az örökléstan, genetika, újkeletű tudomány, amely csak az utóbbi évtizedekben alakult ki és fejlődött rohamosan az élettudomány egyik legnagyobb jelentőségű ágává.

Az öröklés tényei, hogy a gyermekek egymáshoz és szülőikhez sokszor feltűnően hasonlítanak, sokszor azonban különböznek egymástól, hogy egyes tehetségek és tulajdonságok, de kóros hajlamok, betegségek is, egy-egy családban öröklődnek, — megmagyarázhatatlannak látszottak. A növények nemesítésében, hasznos háziállatok tenyésztésében régi időktől fogva tudatosan használták fel az öröklésre vonatkozó tapasztalatokat, a nélkül, hogy mibenlétükről fogalmuk lett volna.

Az öröklés közvetítőjét az anyatejben vagy a vérben képzelték el. Az állattenyésztők körében ma is használatosak a félvér, telivér és hasonló kifejezések, amelyek erre a hiedelemre utalnak.

Az öröklés problémáját a származástani elméletek helyezték előtérbe. Galton Francis, Darwin Károly unoka-öccse az öröklést tévesen felerészben az apa, felerészben az anya részéről tételezte fel. A nemzedékek egymásutánjában a nagyszülőknek, megfelelően 4 a harmadik nemzedékben 8, az ötödikben 32, a tizedikben már 1024 ősre egyenlő részekben osztotta fel és ábrázolta is az öröklés e menetét, a nemzedékeknek megfelelően folyton felezett fehér és fekete négyszögek alakjában, amelyet az öröklés Galton-féle sémájának nevezünk.

Az örökléstan három különböző kutatási irány összehatalálkozásából született. Az öröklés általános jelenségeit és az élőlények változandóságának törvényszerűségeit kutató progenetika, a válfajok keresztezésével kapcsolatos öröklési törvényszerűségeket kutató, ú. n. mendelizmus vagy hybridáció tana és az örökléssel kapcsolatos sejt- és főleg a sejtmagban lejátszódó jelenségeket vizsgáló citogenetika egyesülnek benne eredményeik összhangjában.

Az örökléstan az élettudomány rendszerében a szaporodás, a származás és a fejlődés jelenségeivel, ismereteivel a legszorosabb vonatkozásokat tartja fenn. Az öröklés törvényei az élőlények összességére egyformán érvényesek, ezért az örökléstan, az állattan és az orvostudomány között létesít kapcsolatot.

A válfajok keresztezésének eredményei régtől fogva sejtették, hogy a jelenségek mögött bizonyos szabályosság rejlik. A növényekkel, miután Camerarius nemi életüket felfedezte, Linné végzett nagyarányú keresztezési kísérleteket. Sem ő, sem mások nem jöttek rá a dolog nyitjára. Naudin francia botanikus a múlt század közepén felfedezte, hogy a keresztezés által tenyésztett utódok sokszor visszaütnek az előbbi második nemzedékre és hogy az öröklődő jellegek különváltan érvényesülhetnek. Mendel lángelméje fedezte csak fel a törvényeket, amelyek a keresztezett válfajok jellegeinek váltakozó öröklésében érvényesülnek.

Mendel Gregor (1822—1884) ágostonrendi szerzetesnek az élettudományban korszakalkotó felfedezése jelentőségét kortársai nem fogták fel. Évtizedek múlva, midőn Mendel már régen nem élt, Correns, de Vries és Tschermak emelték ki a feledés homályából és igazolták Mendel tanait.

Mendel természetrajztanár, majd apát volt a brünni kolostorban, kertészettel, méhészettel, meteorológiával és csillagászattal is behatóan foglalkozott. Az apátság kertjében borsó tenyésztésével kísérletezett előre megfontolt tervszerűséggel, a szigorú beltenyésztés és a keresztezés egyesítésével. A borsónövény egyes példányai sok tekintetben különböznek egymástól. Egyiknek piros, másiknak fehér a virága, — a csíralevele és a hüvelye zöld vagy

sárga, az érett szemek gömbölyűek vagy szögletesek, az egész növény magas vagy alacsony növésű, a virágok a szár mentén helyezkednek el vagy a szár végén tömörülnek. Ezek az ellentétes jellegek egy borsónövényben különböző változatokban fordulnak elő. Mendel ilyen ellentétes jellegekkel bíró növények közül az egyes tulajdonságokban különböző párokat választotta ki, tekintet nélkül a növényekben mutatkozó más jellegekre, és azokat keresztezte mesterséges megporzással; tehát külön-külön vizsgálta például a fehér és a piros virágú, a gömbölyű és a szögleteszemű borsó sok nemzedéken át folytatott keresztezésnek eredményeit. A jellegpárok ez elkülönítése volt sikerének titka.

A borsón kívül Mendel még sok más növényel is kísérletezett bámulatos kitartással és céltudatossággal. A keresztezett példányok termését egyenkint különítette el, a szaporulatuk egyes nemzedékeinek jellegét pontosan számontartotta. Ha például a fehér és a színesvirágú borsót keresztezte és termését elvetette, pontosan megállapította, hogy az egész termés összes magjaiból az első nemzedékben hány fehér és hány pirosvirágú növény fejlődött. Ezeket újból keresztezve, a második nemzedékben állapította meg a fehér és pirosvirágú válfajok pontos számarányát és így tovább, a nemzedékek hosszú során át. Ugyanígy járt el külön-külön a többi jellegpárok keresztezésében.

Mielőtt az öröklésnek a válfajok keresztezésével végzett kísérletei eredményeiből következő törvényszerűségeikre rátérnénk, az alapfogalmakkal, a megjelölésükre szolgáló szakkifejezések értelmével és a kísérletek eredményeivel kell tisztába jönnünk.

A válfajok különböző öröklődő jellegekkel bíró egyéneinek párosítását keresztezésnek, bastardozásnak vagy hibridációnak nevezzük. A tiszta válfajok keresztezéséből származó egyén a keverékfaj, bastard, vagy hibrid. Egy öröklődő jellegben eltérő keverékfajt monohibridnek, a két, három vagy több öröklődő tulajdonság tekintetében eltérőt mono-, di-, tri-, illetőleg polihibridnek nevezzük.

Reciprok bastardnak nevezzük a keverékfajok anyai

és apai ágon származó különmemű egyéneit. Például a lócsődör és a szamár-kanca keresztezéséből származó szamár-öszvér a szamár-csődör és a lókanca keresztezéséből származó lóöszvérnek reciprok bastardja. Bastardok keresztezéséből származó egyének a másodlagos, szekundér bastardok. Különböző növény- és állatfajok között csak kivételesen sikerül a bastardozás. A ló és a szamár, a ló és a zebra, a szamár és a zebra, a tigris és az oroszlán, a mezei és a házinyúl, a tyúk és a fácán, a kecske és a juh, a bölény és a marha között való párosodás útján létrejött bastardok az ismertebbek. Egyes esetekben csak a nemek bizonyos összetételében sikerül bastardokat létrehozni, azaz reciprok bastardok nem léteznek. Ha a keverékfajban az apai és anyai jellegek keverednek, intermedier, ha egyoldalúan üt ki az apa, vagy anya fajtajellege, patroclin, illetőleg matroclin bastardokról beszélünk.

A keresztezés lehetőségének nézőpontjából a válfajok és fajok nincsenek élesen elhatárolva egymástól. Általános szabály, hogy a különböző rendszertani nemek, családok és fajok egyéneinek keresztezése a rendszertani rokonság távolságával arányosan rendszerint megdől. Ha sikerül is, az utódok nem életképesek, vagy további szaporodásra képtelenek. Egyes válfajok között fellépő keverékfajok viszont nagy szaporaságukkal tűnnek ki. Olykor egyazon faj egyes válfajai sem szaporodnak egymás között, néha látható faji különbség nélkül is. Az ilyeneket már külön fajoknak lehet tekinteni.

A fajok és a válfajok között való meddség oka vagy a nemi sejtekben rejlik, midőn a termékenyítés nem jöhet létre, például a kromoszómák számának különbsége miatt, vagy ha megtörténik is és az egyének testileg normálisan fejlődnek, de nem képeznek megfelelő nemi sejteket. Vagy már a nemi szervek alkata hiúsítja meg a termékenyítést. Sokszor a termékenységnek egyébként adott feltételei mellett a nemi inger és párosodási hajlandóság felkeltéséhez szükséges vonzalom hiányzik a különböző fajhoz vagy válfajhoz tartozó különmemű egyének között, vagy ellen-szenv áll fenn közöttük. Erre jellemző a hallei állatkertben megtörtént eset, midőn sikerült a zebracsődör vona-

kodását, hogy a szürke számárcancával párosodjék, legyőzni azzal, hogy a szamarat a zebrára gyakorolt szexepiljének mesterséges fokozására csikós lepellel takarták le.

A keresztezett egyének amaz ellentétes öröklődő jellegeit, amelyek felváltva érvényesülnek az új egyénben — mint a borsószem gömbölyű és szögletes alakja, a fehér és színes virág — allelomorf jellegpároknak nevezzük.

A keresztezett szülő nemzedékét paternalis generációnak nevezzük és P-betűvel jelöljük. A további keresztezésekből származódó nemzedékeket, filiális generációkat $F_1 F_2 \dots F_n$ -nel jelöljük.

A hibridáció legegyszerűbb esetében, midőn csak egy allelomorf jellegpár monohibrid öröklése szerepel, mint amilyen például a csalán levelének sima és csipkézett széle, a keresztezési kísérletek a következő szabályosságot tüntetik fel:

Az első nemzedékben valamennyi utód a csipkézett típust mutatja, az urtica pilulifera válfajának megfelelően. A levelek csipkézettségét *domináns* jellegnek nevezzük, mert uralkodóvá válik a símalevelű urtica dodartii jellege fölött az utód megjelenési formájában, úgynevezett fenotípusában. Ha e tiszta válfajok keresztezéséből származó egyedek önmegporzas útján tovább szaporodnak, az F_2 nemzedékben kitűnik, hogy a símalevelűség nem tűnt el a keverékfaj alkati öröklődő úgynevezett genotípusából, mert az utódok átlagosan 25 százalékában kiütözik, csak mint recesszív jelleg lappangott, el volt rejtve benne. A recesszív jellegű egyedek önmegporzas útján szaporodva, vagy recesszív jellegű egyeddel keresztezve, kizárólag éplevelű urtica dodartii válfajú egyedeket hoznak létre, összes következő nemzedékeikben. Az F_2 nemzedékben 75 százalékban jelentkező domináns jellegű egyedek továbbszaporodása önmegporzas útján átlagosan 25 százalékban véglegesen domináns jellegű, 75 százalékban pedig az F_1 nemzedékkel megegyező utódokat hoz létre. Ezek fenotípusukban domináns jellegűek, de genotípusukban a recesszív jelleg is lappang és a következő nemzedékekben tovább «mendeleznek», azaz az utódok negyedrésze tiszta domináns, negyedrésze tiszta recesszív jellegben szapro-

dik tovább, fele pedig a domináns külső alatt a recesszív jelleget is magában hordja. A genotípusában tiszta domináns vagy tiszta recesszív egyén, amelyben a keresztezett allelomorf jellegpárnak csak egyike rejlik, homozigótának, a mindkettőt tartalmazó, fenotípusában domináns jellegű egyént heterozigótának nevezzük. Tehát a tiszta válfaj ti homozigóta, — egy öröklődő jelleg tekintetében különböző — egyének monohibrid keresztezéséből: $D \times R$ származó utódok első nemzedékének mindegyike heterozigóta: $D(R)$, a második nemzedék egyedének egy negyedrésze domináns homozigóta: D , egy negyed része recesszív homozigóta: R és fele heterozigóta: $D(R)$.

Allatok keresztezésében, ha tiszta homozigóta válfajokat párosítunk, ugyanazok a törvényszerűségek nyilvánulnak meg, mint a növények öröklésében. így, ha a szürke és a fehér egeret keresztezzük egymással, a szürke és fehér szín allelomorf jellegpárában a szürke lesz a domináns. Az első nemzedék 100 százalékában szürke heterozigóta, a másodikban az utódok 25 százalékos valószínűséggel szürke homozigóták, 25 százalékos valószínűséggel fehér homozigóták és 50 százalékos valószínűséggel szürke heterozigóták lesznek.

Amint a csalán öröklésében a levél csipkézetttsége, az egerben a szürke szín a domináns jelleg, a borsóban a színes virág, a gömbölyű szem, tengeri malacban a szőrzet göndörsége, az emberben a szem festenyzettsége, általában a fejlettebb, bonyolultabb jelleg az uralkodó, de kivételek is vannak. Például a kerti csiga házának csíkozottsága recesszív jelleg.

Ha a domináns jelleg teljesen elnyomja a recesszívet, heterodinámiáról beszélünk. Ismerjük a keresztezett válfajok öröklésének azt a típusát is, midőn a domináns jellegű homozigóta és heterozigóta egyede külsőleg is különböznek egymástól, amennyiben a domináns jelleg nem nyomja el teljesen a recesszív jelleget és a homozigóta a domináns és recesszív jelleg átmenetében jelenik meg homodinámiásan, mint intermedier bastard. A piros- és fehérvirágú estike, mirabilis jalapa keresztezéséből származó heterozigóták rózsaszínűek, a domináns homozi-

goták vörösek, a recesszívek pedig fehérek. Fehér és fekete tyúkfajok keresztezésével fekete-fehéren mintázott keverékfaj jön létre, amelyben a domináns és recesszív jelleg mozaikszerűen oszlik meg.

A keresztezett válfajok jellegeinek váltakozó öröklése allelomorf jellegpárok egyikének uralomra jutásával, dominancia prevalenciája, továbbá az első nemzedék uniformitása, a heterozigotával párosult jellegek szétválása, végül az öröklési egységek szabad, egymástól független kombinációja több allelomorf jellegpár esetén, azok a jelenségek, amelyek mint az öröklés Mendel-féle törvényei ismeretesek, ezek úgy a növények, mint az állatok szaporodásában általános érvényűek.

Több váltakozóan öröklődő jellegpár esetén, miután azok egymástól függetlenül, külön-külön mendeleznek, az egyes egyénekből a lehető kombinációk nagy száma miatt már nehezebb az öröklés menetét megállapítani. Bizonyos jellegek csak több jelleg együttes jelenléte alapján jutnak kifejezésre. Ez alapon több allelomorf jellegpár jelenlétében többszörös keresztezés által nemcsak az ismert jellegek változó összetételét érhetjük el, hanem homozigóta alakban állandósíthatjuk is. Fontos ez gazdasági szempontból, midőn az előnyös tulajdonságokat egy válfajba akarjuk összpontosítani, például a búza különböző, egy vagy más tekintetben bevált fajtáinak kitermelésével, ami sikerült is. A fajok a Mendel-féle törvények szemmel tartásával megjavíthatók és megtisztíthatók, ha a jellegeknek a keresztezéssel elért előnyös társulását növény válfajaival az önmegporzás, vagy a vegetatív szaporítás által, állatok válfajaival a beltenyésztés által állandósítjuk, illetőleg egyedeit minél több jellegben azonosítjuk, homozigótává tesszük.

Már Mendel is az ivarsejtekből tételezte fel az öröklés tényezőit, faktorait, vagy génjeit — ahogy ma nevezzük. Csak e feltevés alapján lehetett a Mendel-féle, pusztán statisztikán alapuló törvényszerűségeket magyarázni. A keresztezett válfajok öröklésének jelenségeiből arra keltett következtetnünk, hogy a keverékfajok ivarsejtjeiben az apai és anyai jellegek elkülönülnek, egyes ivarsejtek csak

az apai, mások csak az anyai jelleget hordják magukban, mert másképp nem volna elképzelhető a jellegek szétválása a második nemzedékben. A hibridben átlag fele-részben kell csak a faji és csak anyai jelleggel bíró tiszta gamétáknak megoszlaniook, hogy egyesülésükből a homozigóta és heterozigóta egyedek megoszlásának statisztikai átlaga létrejöthessen. Ezt igazolják az úgynevezett visszakeresztezési kísérletek is, midőn az első nemzedék keveiék-fajtáját valamelyik homozigóta tiszta válfajú egyennel párosítjuk, midőn a létrejövő egyének fele homo-, fele pedig heterozigóta lesz. így a második nemzedék domináns jellegű minden egyénéről is megállapítható, hogy homo- vagy heterozigóta-e, ha recesszív jellegű vei párosítjuk, midőn ivadékában csak akkor fordulnak elő recesszív jellegű egyének, ha heterozigóta volt. Több tulaj donságpárban eltérő, polihibrid válfajok utódainak gamétái az öröklődő jellegek négyzete szerint különböznek egymástól. Három külön mendelező jellegpár esetén már a 9-féle gaméta kombináció a párosodáskor az öröklődő jellegek 64-féle kombinációját valósíthatjuk meg. \pm ia 20 jellegben különböznek az egyének. 1.485,576 különböző gamétaféleségnek kell kialakulnia.

A Mendel-féle törvények e következményeit a későbbi különösen a sejtmagban lévő kromoszómákra vonatkozó karyológiai vizsgálatok teljes mértékben igazolták.

A tapasztalat szerint keresztezett válfajok öröklődő jellegei közvetlen utódaikban egyesülnek és egymástól függetlenül mennek át azok gamétáiba akként, hogy a következő nemzedékben az ellentétes jellegpárok változó összetételben jelennek meg, a jellegpárok számával szaporodó kombinációk lehetőségeinek megfelelően. A véletlen oly jelleg-kombinációkat hoz létre az utódookban, hogy azok távoli ősök fenotípusára ütnek vissza, vagy új tiszta válfaj jellegében jelennek meg és öröklődnek tovább. I* B tapasztalatoknak egybevetése az újabb sejttani, különösen a kromoszómákra vonatkozó, a sejtszlással az ivarsejtek fejlődésével és a termékenyítés jelenségével kapcsolatos ismeretekkel az örökléstani kutatás új útjait

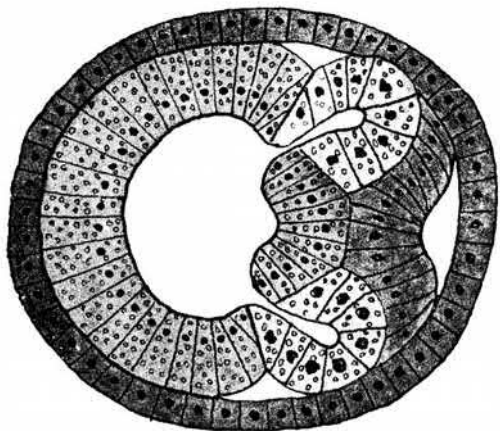
nyitotta meg, amelyben Correns, Boveri és Sutton kezdeményezésére Morgan és iskolája haladtak és értek el csodálatos eredményeket.

Az öröklés kromoszóma-elméletével a nemzedékek folytonosságának anyagi tényezőire terelődött a figyelem, Ezek a csiraplazmában mozaikszerűen helyezkednek el, a termékenyítéskor keverednek és a petesejt oszlásai során egyenlőtlenül oszlanának meg. A feltevés, hogy az öröklés láthatatlan tényezőit a kromoszómák hordozzák és közvetítik, az örökléstan is a sejttan alapjára helyezkedett.

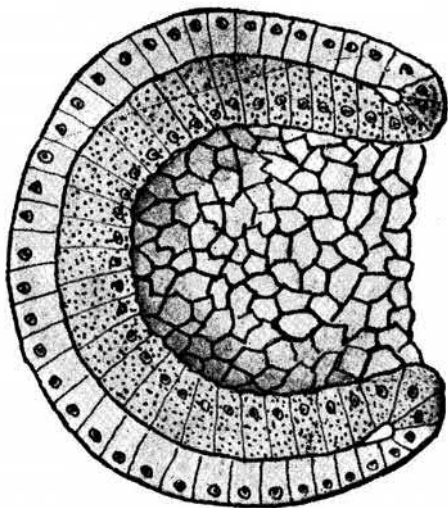
A kromoszómák számállandóságának, hosszanti hasadásának, egybeolvadásának, redukciójának, individualitásának és a páratlan heterokromoszómák létezésének megfigyelésre alapított tényeiből indult ki a szellemes kísérletezés, amelynek alapján a korszerű örökléstan az emberi szellem egyik legmagasabb rendű alkotása, a Mendel-féle törvényeket a sejttani ismeretekkel összhangba hozta.

Az örökléstan kísérletek számára azok a növények és állatok bizonyultak a legalkalmasabbaknak, amelyek könnyen tenyésztethők, szaporák, rövid életűek, nagy számú nemzedékük rövid idő alatt tanulmányozható és főleg, amelyeknek kevés a kromoszómájuk. E követelményeknek leginkább a *Drosophila melanogaster* nevű kicsiny gyümölcslegy felel meg, amelyet Castle 1906-ban fedezett fel a sejtmag jelenségeinek tanulmányozása és különösen az örökléstan kutatás számára. Csak nyolc kromoszómája van, élettartama 2—3 hónap, lárvája a petéből egy nap alatt fejlődik ki, 3—4 nap alatt bábbá alakul, további 4-5 nap alatt kibontja szárnyait és szaporodik. A nemzedékek 10 naponként követik egymást. Az emberi élet szakaihoz hasonlítva a *Drosophila* egy napja az ember egy évének felel meg.

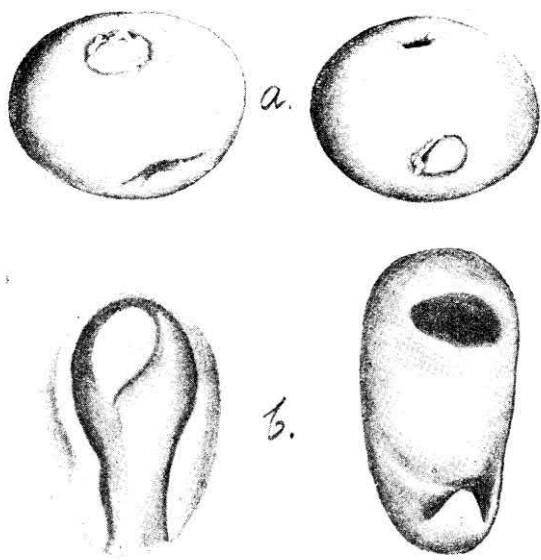
Miután az öröklődő jellegek száma általában a kromoszómák számát tetemesen meghaladja, az öröklődő jellegek hordozóinak, a géneknek egy-egy kromoszómában többesével kell jelen lenniük. A *Drosophila*-ban a keresztezési kísérlet alapján négyszázon jóval felül levő öröklődő Mendel-féle jelleget állapítottak meg, amelyek allelomorf



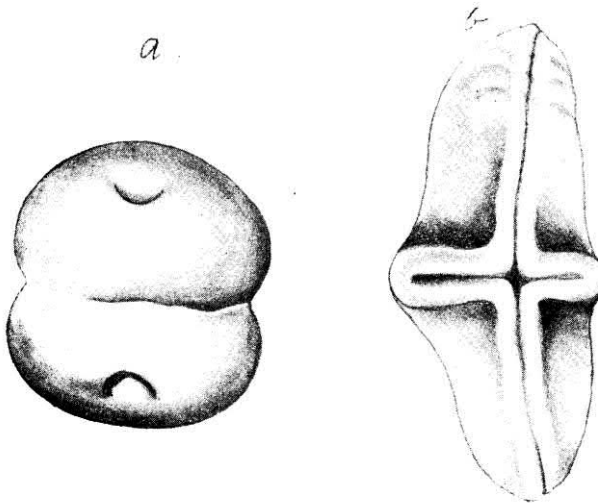
A lándzsahal mesodermaképződése.
(Arey után).



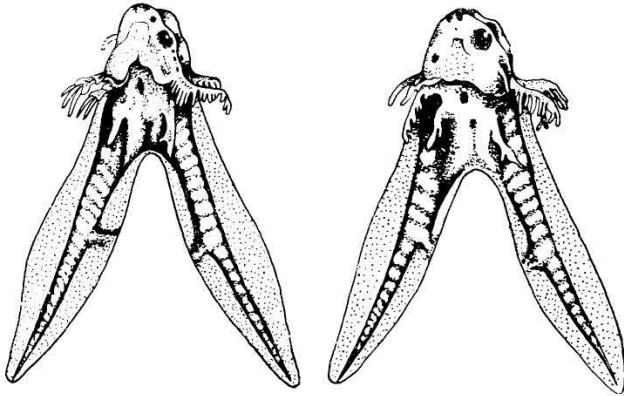
A lándzsahal gastrulája. (Arey után.)



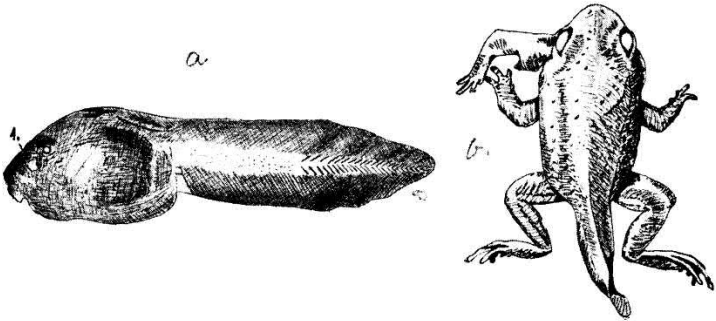
A triton cristatus és taeniatus petékben kicse-
rélt prezumptív epidermis és velőlemez fejlődé-
sének két szaka. *a* a gastruláció korai szaka, *b*
a a neurulastádium. (Spemann után).



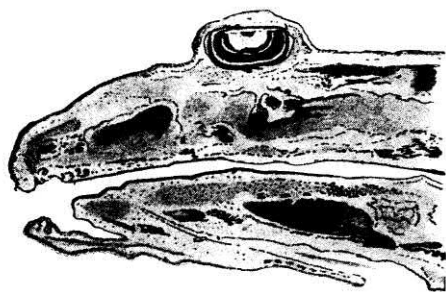
Két fél tritongastrula egyesítése *a* és a belőle fejlődő
embrió *b* (Spemann).



Az embrió későbbi fejlődése kétoldalt nézve.



a a Bombinator-lárva szeme alá s elé transzplantált végtagtelep (1),
b fölös elülső végtag fejlődése. (Baur nyomán).



A salamandra fejetetejére ültetett szem fejlődése. (Matthey után).



Embriónális bélhámtenyészlet implantációja a szemlencse helyébe. (Törő kísérlete.)

gépárainak a nyolc kromoszóma négy kromoszóma párjában kell megoszlanuk. Annak magyarázatára, hogy egy-egy kromoszómához kötött géneknek a kromoszómák hosszanti hasadásakor és egyesülésekor a tapasztalat tényei szerint egységesen kell oszolniuk és egyesülniük az egy kromoszóma garnitúrát tartalmazó haploid, illetőleg a két kromoszóma garnitúrát tartalmazó diploid magban, a Morgan—Sturtevant elmélet azt mondja, hogy a gének a kromoszómákban hosszanti sorrendben egymáshoz kapcsolva «lineárisan» helyezkednek el. A drosophilák keresztezésével végzett kísérletek igazolták is ezt a feltevést, amennyiben bizonyos jellegek egymáshoz kötötten együttesen öröklődnek. A mikroszkópos vizsgálatok és a keresztezési kísérletek eredményeinek egybevetése alapján az is kitűnt, hogy az egyes kromoszómák hossza a hozzájuk tartozóknak feltételezett gének számával arányos. A drosophila kromoszóma-sortimentumának legkisebbje, amely csak pontszerű, csak néhány jelleg génjét tartalmazza. A drosophila heterokromoszómája, amely a nem öröklésében szerepel, oly géneket tartalmaz, amelyek csak a nemhez kötötten «sex linked» öröklődnek. Ilyen a szem színe, amely ha vörös, a hímnemhez kötött domináns, ha fehér a nőnemhez kötött recesszív jelleg. A hím vörösemű és a nőnemű fehérszemű drosophila keresztezéséből, tehát az F_1 nemzedék valamennyi tagja vörösszemű lesz, az F_2 nemzedékben a valószínűség szerint 50 százaléka heterozigóta, felerészben vörösszemű hím, felerészben fehérszemű nőstény lesz.

A kromoszómák lineáris elrendeződésében egy-egy jelleg génje a kromoszóma bizonyos meghatározott helyén van. így magyarázható, hogy a gének a sejtoszláskor és a termékenyítéskor is rendszerint azonos hosszanti elrendeződésben maradnak. Sokszor azonban az öröklés kimenetéből, amely nem felelt meg a várakozásnak, arra kellett következtetni, hogy a zigotában a kromoszómák kialakulásakor a termékenyítéssel kapcsolatban a gének elrendeződésében változás állott be, a zigota testvér-kromoszómáiban nem arra a helyre kerültek, amelyen az előbbi nemzedék gamétáiban voltak. Ezt a gének lineáris elren-

deződésének elméletével ellentétes jelleget faktorkeresztezésnek, chiazmotypianak nevezzük. A kísérleti eredményekkel egybehangzó magyarázatára szolgál Janssens és Morgan szellemes elgondolása, hogy a kromoszóma párok apai és anyai kromoszomakacsai, midőn az érési oszlás után egymáshoz feküsznek, egymás köré fonódva keresztezhetik egymást, és így olvadhatnak össze. Ezáltal az apai és anyai kromoszómák a további oszláskor az összetapadásnak megfelelően felcserélődtek egymással és génjeik régebbi kapcsolata is megváltozik, annál nagyobb valószínűséggel, minél távolabb helyezkednek el normálisan a kromoszómában. Ezt a valószínűséget a gének kicserélődési értékének nevezték s annál nagyobb, minél nagyobb a távolság a két gén helye között. Két jelleg génjének a faktorkereszteződés után annál több esélye van arra, hogy az apai vagy anyai kromoszómával kapcsolatban maradjon egymással és ne cserélődjék ki az apai és az anyai kromoszóma között. Minél közelebb fekszik egymáshoz, annál kevésbé valószínű, hogy a kromoszómák kereszteződési pontja közéjük esik. Annál több gén cserélődik ki tehát, minél inkább a középén megy végbe a keresztezés, kivéve ha két ponton is kereszteződnének a kromoszómák, amit bizonyos esetek magyarázatában szintén számításba vettek.

A gének lineáris elhelyeződésének szabálya alól való kivételek magas százaléka tehát a gének között levő nagy távolságra utal, míg ritkaságukból közelségükre következtethetünk. Ez alapon a *Drosophila* génjeiről a nélkül, hogy jelenlétükre és elhelyeződésükre vonatkozólag a mikroszkópos vizsgálat bármily felvilágosítást nyújtana, pontos térképet készítettek. A kromoszóma Sortimentum négy különböző hosszúságú kromoszómájának megfelelő egyes vonalakon a gének között levő távolság felbecsülésében a kicserélődési esetek egy százalékát véve egységül, megjelölték az illető géneknek megfelelő öröklődő jellegeket. Morgan és munkatársai már négyszáz allelomorf jelleg géntopográfiai helyét jelölték így meg a *Drosophila* kromoszómáinak térképezésével, elképzelhető, hogy mekkora arányokban végzett keresztező kísérletek és valószínűségi számítások alapján, amelyek a kromoszomakutatás sejt-

tani ismeretei és a mendelizmus statisztikai törvényszerűségei között levő kapcsolatokat a pontos számszerűség formájában fejezik ki.

A keresztezett válfajok váltakozó öröklésének a kísérleti genetikai és sejttani kutatása által megállapított törvényszerűségei a növények, az állatok és az ember öröklésében általános érvényességüknek bizonyultak, akár a borsó, akár az egér, akár a drosophila volt a vizsgálat tárgya.

Az ember a legkevésbé alkalmas objektuma az örökléstani kutatásnak. Túl hosszú az élete, nemzedékei túl lassan váltakoznak, túl kicsiny a szaporasága, kromoszómáinak száma pedig oly nagy, hogy az öröklés vonatkozásában egyáltalán nem jöhetnek tekintetbe. Főképpen azonban az nehezíti meg az emberi öröklés vizsgálatát, hogy az emberi faj nem egységes, több ember rassz keveredéséből származik. Egyénei nem tiszta válfajúak, hanem mindig heterozigoták nagyfokban polihibrid keverékfajai. Szigorú beltenyésztés útján nem alakulhat ki tiszta válfaj. Az emberek szaporodása mindig csak heterozigota keresztezés, vagy visszakeresztesés, amelyben az egyes öröklődő jellegek megnyilvánulásának esélyei előre nem láthatók és nem számíthatók ki elég nagyszámú eset átlagára vonatkozóan. Az emberi családfák adatai is hiányosak és általában, kevés nemzetségre terjednek ki.

Az öröklés törvényeinek általános érvényessége alapján a növényeken és állatokon szerzett ismereteket a különleges nézőpontok szemmeltartásával bizvást értékesíthetjük az ember öröklésének kutatásában is, hogy igen gyér közvetlen megfigyelésünket kiegészíthessük. Tekintettel az emberi jellegek polihibrid heterozigota keveredettségre, a testvérek is igen különbözőek lehetnek egymástól, amit a mindennapi tapasztalat bőségesen igazol. Kivételek az egy pete kettéválásából származó ikertestvérek, akik mindig egyformaneműek, genotípusukban teljesen hasonlóak és fenotípusukban is sokszor annyira, hogy alig különböztethetők meg egymástól. Az ilyenek rendszeres vizsgálata különösen a genotípus és a fenotípus között levő külső körülményekre visszavezethető különbség nézőpontjából

érdekes. Egyébként az apai és anyai jellegek igen különböző arányban és megoszlásban öröklődnek. Ennek magyarázata, hogy a nemi sejtek érési oszlásával kapcsolatos kromoszomaredukció alkalmával az összes apai és anyai kromoszómák két apai és két anyai részből álló négyes testet, úgynevezett tetrádot képeznek, amelyeknek teljesen a véletlentől függően csak az egyik vagy apai vagy anyai eredetű tagja jut bele egy haploid gamétába. Az új egyénben tehát nem is a két szülő, hanem a négy nagyszülő tulajdonságai — tekintettel a kromoszómák nagy számára, a legváltozatosabban — öröklődnek, egyes jellegek tekintetében akár csak az egyik nagyszülőtől származóan. Valószínűségi számítások szerint az apai és anyai kromoszómák csak 16 százalékban oszthatnak meg egyenletesen a gyermekek utódaiban és öröklődhetnek egyenlő mértékben a nagyszülői tulajdonságok. Tekintettel arra, hogy az emberi heterozigota bastard külsőleg hasonló apai és anyai kromoszómái igen különböző öröklési tényezőket rejthetnek magukban, nagyon nehéz a domináns, recesszív, az egymáshoz és a nemhez kötött jellegeket elhatárolni.

Legtöbbször sokféle különböző kromoszómákban megoszló tényezőkkel kell számolni, amelyek a külső körülményekkel kölcsönhatásban valósulnak meg az egyén genotípusában, «reakciós normák» gyanánt.

Az emberben öröklődő egyes jellegeket sikerült dominánsok vagy recesszívek gyanánt felismerni, ami különösen az öröklődő betegségek megítélésében fontos.

A barna szem, a bőr és haj, amely összefüggő komplexumként szokott öröklődni, domináns jellegű a recesszív fehér bőrrel, szőke hajjal, kék szemmel szemben. Szőke szülők házasságából tehát rendszerint nem születhet barna gyermek, viszont, ha mindkét szülő barna, lehet szőke gyermekük, de csak, ha mindkettő heterozigota.

Kóros jellegek közül domináns a rövidujjúság, a hatujjúság, a nyúlajak, a vándorvese, a veleszületett hályog, az odanőtt fülcimpa, a göndör haj s egyes idegbajok.

Recesszívtípus szerint öröklődnek a festenyzettség hiánya, az albinizmus, a veleszületett csipőficam, a süket-

némaság, törpeség, az epilepszia és a gyöngelméjűség egyes alakjai.

Nemhez kötöten «sex linked» öröklődnek a vérzékenység, a színvakság, a szemidegsorvadás s az izomsorvadás.

A domináns kóros jellegre jellemző, hogy csak betegek útján örökíthető át. Ha mindkét szülő egészséges, valamennyi gyermekük egészséges marad. Ha mindkettő beteg, valamennyi gyermek örökli a betegséget. Ha csak az egyik szülő beteg, a szerint, hogy homo- vagy heterozigota, a gyermekei mind, vagy csak 50 százalékos valószínűséggel öröklik a betegséget. A domináns jellegű betegség mindig közvetlenül és nem nemzedékek átugrásával öröklődik.

Recesszív jellegű betegségek sok nemzedéken keresztül rejtve maradhatnak és csak, mert a homozigótákban nyilvánulnak meg, akkor öröklődnek biztosan, ha mindkét szülő beteg homozigóta, míg ha az egyik szülő egészséges, de heterozigota, 50 százalékos valószínűséggel. Ha mindkét szülő egészséges, de lappangó, recesszív jelleggel terhelt heterozigota, gyermekei 25 százalékos valószínűséggel lesznek betegek.

A nemhez kötött vérzékenység, a hemoíliá öröklés-menetében a nőnemű heterozigotában a kóros jelleg mindig csak félig lehet meg, ezért nők nem betegednek meg, de átöröklik a hajlamot, amit a drosophila-kísérletek alapján mint keresztül-kasul «criss-cross» öröklést értelmezünk. Csak a hím recesszív homozigótában nyilvánul meg, amelyben a domináns jelleg hiányzik és csak az anyai heterokromoszomával párosulva érvényesülhet. A Mendel-féle törvény érvényesülését igazolja a hemofiliás Mampel-nemzetség családfája, amely azt mutatja, hogy a nemhez kötött, recesszív öröklés látszólag egészséges, de terhelt, úgynevezett «conductor» nők ágán történik és férfiakban nyilvánul meg. Nőben csak akkor nyilvánulhat meg a betegség, ha ő maga terhelt és beteg férfival lép házasságra, akkor is csak 50 százalékos valószínűséggel.

Emberi vonatkozásban nagyjelentőségű a művészi tehetségek és szellemi képességek öröklékensége, de a szellemi és erkölcsi fogyatékoságoké is. Egyes családokban feltűnően gyakoriak a szellemileg kiváló emberek. A Bach-

család zenei talentumokat termelt ki, Tizian, Goethe, Darwin családjában sok kiváló egyén volt, a Bolyaiak családjában a matematikai képesség öröklődött.

Megdöbrentő adatokat szolgáltat a statisztika egyes gonosztevők és szellemi fogyatékoságokban szenvedők családjában. Amerikában kimutatták, hogy egy gyöngelműnek mai nemzedékében 75 gyöngelmű ivadéka él. Egyik családból származó hat egyén volt egyidejűleg ugyanabban a fogházban, akiknek 1740-ben született iszákos anyai ősétől 75 év alatt származó 709 egyén közül 181 hivatasos kéjű, 142 csavargó, 64 koldus, 76 gonosztevő, köztük 7 gyilkos volt. összesen 116 esztendőt töltöttek börtönben. Az ötödik nemzedék valamennyi nőtagja prostituált és valamennyi férfitagja gonosztevő volt. Egy másik családban gyöngelműjük házasságából született 224 egyén közül 222 gyöngelmű volt. Egy harmadik esetben egy gyöngelmű anyja 11 törvénytelen gyermekétől 18 elmebeteg és 31 gyöngelmű származott.

Az örökléstanak az emberre nézve levonható következtetései a vérrokonok házasságának kérdésében, a fajnemesítésre irányuló eugenikai törekvések tudományos megalapozásában játszanak nagy szerepet.

A mendelizmusban és a kromoszomakutatásban nem merül ki az öröklés problémája. A keresztezett válfajok jellegeinek a kromoszómákban rejlő saját génekkel vonatkozásba hozott váltakozó öröklésének értelmezése a fajnak csak egyes, válfajaiban és egyéneiben megnyilvánuló tulajdonságaira vonatkozik. Nem terjeszkedik ki az élőlényeknek kialakulásukban és működésükben megnyilvánuló alkatára, amely egyéni megvalósulásukban őseitől átszármazott. Az általános faji jellegek öröklésének és az öröklés sok más jelenségének magyarázatában teljesen tájékozatlanok vagyunk.

Az öröklés kromoszomaelmélete egyoldalú a tekintetben, hogy a «magmonopolium» feltételezésével figyelmen kívül hagyja a sejt citoplazmájának szerepét az öröklésben. Támpontot nyer ebben ama tény által, hogy az apai tulajdonságok átvitelében a spermium, amely úgyszólván tisztán magállományból áll, ugyanolyan értékű, mint a pete-

sejt. Újabb kísérletek a mellett szólanak, hogy az öröklésben a citoplazmának is van szerepe, sőt hogy az «általános öröklést» éppen a pete citoplasmája közvetíti, míg a különleges jellegek a hím és a női kromoszómák kölcsönhatása által öröklődnek. Egyes jellegekről, mint a növények zöld színéről és a növényzöldnek egyes növények leveleiben foltokra korlátozott megjelenéséről kitűnt, hogy magon kívül levő plazmához van kötve és nem is mendelező jelleg.

Az öröklés értelmezésében a mendelizmust és a kromoszomakutatás eredményeit kiegészíti a változékonyság jelenségének tanulmányozása, amely a származástan és az örökléstan között létesít szoros kapcsolatot, amennyiben az új fajok keletkezésének és a szerzett tulajdonságok örökölhetőségének problémáira világít rá. Az öröklésben a faj állandóságának, a változékonyságban átalakulásának tényezőjét ismerjük meg.

Az élőlények alakjában és tulajdonságaiban megnyilvánuló változékonyság már a genotípusában rejlik és öröklődik vagy külső körülmények behatására jön létre, midőn a tapasztalat szerint nem öröklődik.

Az öröklődő változékonyság, az tigynevezett «idiovariáció», mint «mutáció» a faj populációjában hirtelen, ugrásszerűen lép fel. Amint azt De Vries a ligetszépe, *oenothera lamarckiana* tenyésztésében behatóan tanulmányozta, a mutáció, mint önálló válfaj tovább tenyészthető. Sok más növényen és állaton is, különösen a *drosophilán*, észleltek ilyen öröklődő, ismeretlen okból hirtelen fellépő változást, amelyet a kromoszómákban történt átalakulással magyaráznak. Ezzel kapcsolatban egyes domináns jellegek recesszívökké is válhatnak vagy megfordítva.

Johannsen dán botanikus mutatta ki továbbá, hogy valamely faj vagy válfaj «tiszta vonalban*» tenyésztett közös származású egyénei nagyságukban, alakjukban, összes tulajdonságaikban és jellegeikben többé-kevésbé eltérőek egymástól, bizonyos határok között variálnak, még pedig számszerű törvényszerűségek szerint. Pontos mérések és variációsstatistikai számítások alapján bebizonyította például, hogy egy babszemből származó, önmegporzással szaporított bab termésében kisebb és nagyobb babszemek

váltakoznak akként, hogy az átlagos nagyságú szemekből van a legtöbb, a legkisebbekből és legnagyobbakból a legkevesebb és ezek száma a közepes értékűig egyenletesen emelkedik. A közepes értékből fokozódó és egj/éni változatokat pozitív variánsoknak, a csökkenőket negatív variánsoknak nevezte. A + és — variánsok számarányai a Gauss-féle valószínűségi vagy binominális görbével ábrázolható törvényszerűséget mutatják, számuk a Quetelet-féle véletlen vagy valószínűségi törvénynek megfelelően a határértékek felé állandóan csökken. Az ilyen görbével érzékelhető változékonyságot nevezte Johannsen fluktuáló variációnak. A jelenség minden népesség tisztavonalú szaporulatára jellemző és elég nagyszámú egyedek megmérése és megszámlálása esetén a legpontosabban kitűnik. A véletlen törvényének érvényesülése a + és — variánsok szabályos megoszlásában jól szemléltethető, az úgynevezett Galton-féle «véletlen készülékkel»), amely mint játékszer általánosan ismert. Az ilyen függőlegesen álló készülékben felülről a középről sörét hull alá és több sorban egymástól szabályos távolságokban váltakozva kiálló szögekbe ütközik, majd az alul sorjában elhelyezett rekeszekbe jut, midőn minden golyónak megvan az esélye, hogy minden szegen jobbra vagy balra térjen el. Mégis a véletlen úgy hozza, hogy a legtöbb golyó ugyanannyiszor tér jobbra, mint balra és a középső rekeszbe jut, míg a szélső rekeszekbe fokozatosan kevesebb és kevesebb golyó kerül. A golyó állása a rekeszekben a szabályos binominális görbét mutatja. Szabó Zoltán a szellemes készülékek egész sorát szerkesztette, amelyek a variabilitás szabályosságát kitűnően szemléltetik. Különösen érdekes az az ötlete, hogy a Galton-készülékekben különböző anyagból, fából, vasból és üvegből álló különböző súlyú golyókat használt, midőn a valószínűségi görbe alakja és magassága megváltozott, ami a változékonyságot módosító tényezők egyidejű szemléltetésére szolgáltat lehetőséget. A fluktuáló változékonyság törvényszerűsége általában minden népességben kimutatható. Egy fa vagy egy dohányföld összes leveleinek, papucsállatkák tisztavonalú szaporulatának, úgynevezett kolóniájának egyénei éppen úgy mutatják, mint az embe-

rek sokaságának átlagértékei a testmagasságra vonatkozólag, amint azt Quetelet 25,878 katonára nézve megállapította.

Amint egy bizonyos babszem tisztavonalú tenyészetének szaporulatában annak nem az egyéni jellege, hanem tulajdonságainak átlagos értéke érvényesül, az öröklésben általában a jellegek nem egyéni, hanem a fajtában rejlő átlagos variációk értéke érvényesül. Egyénileg az átlagban nagy szemeket termő babfajta egyes variánsai, az átlagosan kis szemeket termő + variánsai megegyezhetnek egymással, de a két fajta átlagában mindig különböző lesz és csak a két babszem tisztavonalú tenyésztése dönti el a kérdést, hogy a két babszem mely fajtából való. g. A fluktuáló variabilitás törvényszerűségéből következik, hogy gazdaságosabb egy fajta — variánsait elvetni, mert éppen olyan átlagtermést hoz, mintha a legnagyobb egyedeket választottuk volna ki, amennyiben a külső körülmények azonosak. Az életfeltételek módosulása egy fajta variációs görbéjének módosulását vonja maga után. A fluktuáló variabilitás törvényszerűsége a szelekciónak a fajok változásában tulajdonított jelentőségét alászállíthatja.

Az egyes egyéneken a külső feltételek megváltozására visszavezethető, csak fenotípusukban megnyilvánuló változékonyságot modifikációnak vagy paravariációnak nevezzük. A talaj, táplálkozás, éghajlat, fekvés és más körülmények hatása alatt az élőlények nagyságukban és küllemükben feltűnően megváltozhatnak. A primulának meleg helyen fehér, hideg helyen piros a virága. A tengerben egyes állatfajok szervezete a tengervíz sótartalma szerint módosult. Alföldi növényeinknek magaslati helyen erősebb a gyökérzete, rövidebb a szára és nagyobb a virága. Az ilyen variációk a külső körülmények megváltozásával ismét eltűnnek. A talaj és az éghajlat különbözősége még az emberi szervezetet is megváltoztatja. Az Amerikába kivándoroltak koponyaformájának alkata a nélkül, hogy fajkeveredésről lehetne szó, az indián bennszülöttekéhez válik lassankint hasonlóvá.

A variabilitás törvényszerűségeinek megismerése, a

fenotípusban megjelenő modifikáció elkülönítése a mutáció, azaz az öröklődő variáció fogalmától, általában ahhoz a következtetéshez vezetett, hogy a szerzett tulajdonságok nem öröklődnek. Kivételt képez az úgynevezett tartós modifikáció jelensége, amely azokra az esetekre vonatkozik, midőn a szervezet alkalmazkodása külső behatásokhoz, például mérgekhez, az utódokban is fennmarad vagy a szülőket ért kísérletes behatásokra csak az utódokban jelennek meg továbböröklődő és mendelező jellegek, mint egyes bogarakban.

A FEJLŐDÉS.

A magasabbrendű élőlények fejlődésében a pete megtermékenyülésétől a szervezet teljes kialakulásáig a sejtszaporodás, a növekedés, a különbözőzés, a fokozatos tagolódás és szerveződés jelenségei bonyolódnak le, midőn a származásnak és az öröklésnek a petében rejlő hagyományai a fejlődés külső tényezőinek anyagi lehetőségeihez képest valósulnak meg az új szervezetben. A véglények és alacsonyrendű szervezetek fejlődése már az oszlás és a növekedés jelenségeiben kimerül, a magasabbrendűeké azonban a részeknek a térben és az időben egymásba kapcsolódó kölcsönhatásai által rendkívül bonyolult folyamattá válik, amelynek értelmezése csak az örökléstani, a származástani, sejtteni, szövettani, s a szaporodásra, növekedésre, szerveződésre vonatkozó ismeretek biológiai egybevetése alapján lehetséges.

A fejlődés körébe tartoznak az átalakulás (metamorfózis), a megújulás (regeneráció) és a szervek és szövetek átültetésének különböző fajtái, a transzplantáció, explanáció, mterplantáció, amelyekben a fejlődés jelenségei ismétlődnek meg részlegesen a szervezeten belül vagy kívül. A fejlődés alapvető sejt- és szövet-jelenségeinek megismeréséhez is a mikroszkóp segített.

Harvey, a vérkeringés felfedezője, mondta ki a tételt, hogy minden élő petéből, tojásból fejlődik. 1651-ben megjelent «De generatione animalium» című művében az alacsonyabbrendű és magasabbrendű állatok fejlődését hasonlítja össze. Allegoriás címlapján Jupiter ül trónján és egy «ex ovo omnia» feliratú tojást nyit széjjel, amelyből az élő-

lények legkülönbözőbb fajai hemzsegek elő. Malpighi. akinek «A csirke kialakulása a tojásban» című könyve a fejlődéstan kezdetét jelenti, a még nem keltett tojásban is már felfedezni vélte az embrió formáját. Ez augusztusban volt, amikor a termékeny csíra fejlődése már a nagy meleg következtében is megindult. Erre a megfigyelésre alapította azután Bonnet a preformáció tanát, amely szerint a petében már az egész teljes szervezet benne rejlik és abban, mintegy beskatulyázva a jövő nemzedékek is, mind kisebb méretekben bennfoglaltatnak. Ki is számították, hogy Éva ősanyánk petefészkében mintegy 200,000 millió embercsírának kellett bentfoglaltatnia, hogy az emberiség a nemzedékek során kibontakozhassak belőle, amíg a készlet tart.

Miután már Leeuwenhoek meglátta a spermatozoonokat és Spallanzani kimutatta szerepüket a termékenyítésben, az a nézet is felmerült az ovisták tanaival szemben a vermikulisták vagy animalkulisták táborában, hogy a hím ivarsejtben lennének a jövő nemzedékek beskatulyázva. Egyesek, amint az egykori tudományos ábrák bizonyítják, a mikroszkópon át is látni vélték a spermium fejében a részletében kialakult miniatűr emberkét és Ádám testicululusában tételezték fel az emberi nem összes nemzedékeinek a különböző nagyságrendekben egymásbarendezett gyülekezetét.

Szöges ellentétben a preformáció tanával alakult ki az epigenezis tana Wolff Gáspár Frigyes elgondolása szerint, hogy az embrió a szerkezet nélkül való petéből, növényekben és állatokban egyaránt a folyékony állapot megszilárdulása által fokozatosan újonnan alakul ki és nyer szerkezetet.

A preformáció és epigenezis tanainak lényegi ellentéte a fejlődés determinációjának problémájában még ma is időszerű annak mérlegelésében, hogy az egyes szervek kialakulását mennyiben és mikortól fogva határozzák meg előre a fejlődő pete egyes részei, láthatóan vagy láthatatlanul.

A korszerű fejlődéstan megalapítója Baer Károly Ernő (1792—1876) fedezte fel az emberi petét a petefészekben és alakította meg a csíralemez-elméletet, amely szerint az

állatok fejlődésében a megtermékenyített pete oszlásai folyamán keletkezett sejtek előbb egy külső és egy belső, majd közöttük kialakuló másik két rétegben helyezkednek el, amelyekből a későbbi szövetek és szervek kialakulnak. Remák a külső epiblaszt vagy ektoderma és a belső hipoblaszt vagy entoderma között csak egy mezoblasztnak vagy mezodermának nevezett csíralemezt különböztetett meg. A további megfigyelések igazolták hogy a különböző szövetek és szervek fejlődése állandóan a csíralemezek valamelyikére vezethető vissza. Az idegrendszer és a bőr például a külső, a kötőszövet, a vér, az izom általában a középső, míg a bélrendszer a belső csíralemezből fejlődnek ki. A csíralemezek ilyen specifikitásának tana, bár ma már szigorú és általános értelemben nem tartható fenn, termékenyítő hatással volt a fejlődéstanára. Amíg a fejlődés sejtjelenségei a növény és állatvilágban közösek, a csíralemezek kialakulására a növényvilágban már nem találunk analógiát.

Növények fejlődésében nehéz a növekedés és szaporodás jelenségeit megkülönböztetnünk, mert a fejlődés időben és térben megoszlott szakaszokban megy végbe. A növényekben időszakosan megújulnak a fejlődés jelenségei, az ivaros és ivartalan szaporodás változásában és együttesében. A növényi szervezet a zárt állati szervezettel szemben nyitottnak mondható. Nehéz megmondani, hogy egy fa gyökeréről kihajtó, azzal szerves összefüggésben maradó másik fa kialakulásában külön egyén fejlődését láthatjuk-e vagy csak a növekedés jelenségét. A növényi szervezet megújulási és szaporodási lehetőségeiben a szervezet egészének kialakítási képességeit magában rejtő, az egész szervezetben szétszórtan lévő bimbót és rügyet fakasztó merisztéma szövetből a regeneráció és a fejlődés fogalma egybeolvad. A növények fejlődéséről általában akkor beszélünk, ha a növekedés alakváltozással és új szervek képződésével jár. A növények növekedési és fejlődési szakaszait a nyugalmi időszakok szakítják meg. Az embrió fejlődésében a mag lappangó életszakasza okoz megszakítást. A magban az úgynevezett ősmerisztémából az egyes szövetcsoportok merisztémái különülnek el, a gyökérnek és szár-

nak megfelelő ellentétes irányú csúcsok fejlődnek ki, a virágosokban sziklevek. A csírázás folyamán az embrió a magból kiszabadulva csíranövénnyé alakul, gyökerecskét, radiculát ereszt és a sziklevek alatt elhelyezkedő hipokotil szárat növeszt. A sziklevek fölött levő epikotil csúcsán rügy, plumula képződik, amelyből a hajtások rendszere alakul ki a növény csemetében.

A magasabbrendű állatok megtermékenyített petesejtje, zigotája a sejtoszlások hosszú szakadatlan sorozatán keresztül megy át embrionális fejlődésén, a különböző állatokban igen különböző típusok módozatai szerint. A pete sejtjeinek megoszlása által létrejövő tagolódását barázdálódásnak, szegmentációnak, a petesejt oszlása útján keletkezett egyes sejtagokat blasztoméráknak nevezük. A blasztomérák eleinte szederalakú képletté tömörülnek, majd a közöttük levő üregek egybefolyásával a hólyagalakú blasztula alakul ki, amelynek sejtjei egy rétegben helyeződnek el. A blasztula egyik fala ezután benyomódik és kettős sejtfalú, úgynevezett gasztrulává alakul, amelynek belső ürege az ősbél, archenteron, nyílása az ősszáj, úgynevezett proztoma vagy blasztoporusz, ahol a külső sejtréteg, mint 'külső csíralemez, ektoderma, a belső sejtréteggel, a belső csíralemezzel, entodermával találkozik.

Ez a például a lándzsahal, amphioxus lanceolatus, fejlődésében megvalósuló egyszerű folyamat bonvolultabbá válik, ha a petében az embrió táplálására szolgáló peteszik nagyobb mennyiségű vagy egyenetlen eloszlású. A peteszikiakkor halmozódik fel nagy mennyiségben a petében, ha az az anyai szervezeten kívül fejlődik. így a kétéltűek, csúszómászók és különösen a madarak sokszikú, úgynevezett telolecithal petéinek oszlásai egyenlőtlenek, mikro- és makróm érakat eredményeznek, mert a peteszik súlyánál fogva a pete és a blasztomériák alsó részén helyezkedik el. Az oszlás a pete felső részén nagyobbfokú, az alsó részekre sokszor már ki sem térjed, mint a madártojásban, felületes marad. Ennek folytán a gasztruláció is módosul, nem a blasztula behorpadása útján jön létre, hanem akként, hogy a kevesebb sziket tartalmazó sejtek

a szikkel túlterhelt sejteket körülövik vagy beburjánzanak a barázdálódási üregbe.

A kétszíralemezes, úgynevezett diploblasztikus állapot a hidrozoonokban végleges marad, míg a három csíralemezből kialakuló, úgynevezett triblasztériumokban vagy tripoblasztikus állatokban a gasztrulációval kapcsolatban a középső csíralemez alakul ki. Ezekből a különböző szervek és szövetek fajonként különböző kisebb-nagyobb eltérésekkel alakulnak ki, a csírasejtek pedig külön szervekben különülnek el. Rovarokban már a barázdálódás folyamán a pete egyik pólusán halmozódnak fel.

A csíralemezekből először úgynevezett ősi szervek fejlődnek. Az ektoderma megvastagodásából alakul ki a velőlemez, a velőbarázda, majd velőcsővé záródik, amelyből a gerincvelő és feji végén hólyagok képződése útján az agyvelő fejlődik. Az entodermából a gerinchúr alakul ki, amely a porcos halakig a test tengelyszervévé állandósul, a gerincesekben azonban visszafejlődik s a körülötte lévő mezodermából kialakuló gerincoszlop lép helyébe. A fejlődés során egyes sejtsoportok különleges szövetekké és szervekké egyesülnek, együttesen, egységesen áramlanak, gördülnek az embrió különböző részeibe. Az egyes részek térben és időben egyenetlenül fejlődnek, ezáltal gyűrődések, betüremkedések, elfordulások jönnek létre. A kezdetben áttekinthető viszonyok rendkívül bonyolultakká válnak és csak a különböző korú embriók egyes fejlődési szakaszainak összehasonlítása útján érthetők meg.

Nagy szerepet játszik a fejlődésben a már kifejlődött részek sejtjeinek folytonos elhalása, szöveteinek beolvadása, ami különösen egyes szervek, vagy az egész szervezet teljes átalakulásában, metamorfózisában nagyarányú.

Az embrió igen élénk anyagcseréjének lebonyolításában, táplálkozásának biztosításában különleges berendezésekre szorul, amelyek — a szerint, hogy a fejlődés az anyai szervezetben vagy azon kívül megy végbe, — az anyai szervezet vérkeringésének közvetítésével vagy a peteszik fokozatos felhasználásával oldják meg a feladatot. Egyes férgek a kokonjaikban előre tápanyagot válasz-

tanak ki szervezetükből, s a báb ebből táplálkozik. Csúszómászók és madarak embriói a tojássárgában felhalmozott petesziken kívül még az anyai szervezetből reáarakódó tojásfehérje tápanyagait is felhasználják fejlődésükben. Emlősök petéje igen kicsiny, alig tartalmaz sziket, csak annyit, amennyire a petének azalatt, amíg a petefészket elhagyta és a méhben megtelepedett, útravalóul szüksége van. A méhfal és az embrió között külön szerv, a méhlepény fejlődik ki, amelyen keresztül az anyai és a magzati vérkeringés között az anyag- és gázcsere végbemegy. Csúszómászók, madarak és emlősök petéi körül burkok is képződnek.

Az anyai szervezet és az embrió kapcsolata a születés után sem szűnik meg. A madár táplálja, az emlős szoptatja újszülöttjét. A szülői gondoskodásra a különböző állatok különböző mértékben szorulnak. Egerek szőrtelen ül és vakon születnek. Az emberi újszülött sokáig igen élehetetlen és gyámoltalan, míg borjak, csikók, malacok igen életrevalóak.

Amíg alacsonyrendű állatok olykor szertelenül nagy szaporulatának csak igen kis hányada marad életben, o magasabbrendűek esélyei nagy mértékben biztosítottak.

A fejlődés alakulatainak sorozatát a leíró fejlődéstan részletesen megismerte. Ugyanama faj különböző korú embrióit vékony átlátszó metszetek sorozataira bontották szét, s azokat megfestették. Az egymásra következő metszetek mikroszkópos megfigyelése útján a szervek és szervek térbeli alakulatait ismerték meg. Különböző állatfajok megfelelő fejlődésszakaszainak összehasonlításával egyes bonyolult fejlődési jelenségek kialakulásának mi-kéntjére jöttek rá és a fajok között levő rokonságra utaló, a származásban is értékesíthető adatokhoz jutottak. Ha a mikroszkópos metszeten látott alakulatokat nagyítva viaszlemezekre vetítjük, amelyek vastagsága az optikai nagyítással arányos, azokat az üregeknek és az alakulatok határának megfelelően kivágjuk és a metszet-sorozatnak megfelelő sorrendben egymásföle helyezve összeragasztjuk, a szervezet egyes szervei vagy egésze különböző fejlődési stádiumait nagyított modellen tanul-

mányozhatjuk. A leíró és összehasonlító fejlődéstan azonban a fejlődés jelenségeinek okairól, belső, a petében rejlő és külső, a környezet hatására visszavezethető feltételeiről, a jelenségek vonatkozásairól és miértjéről nem adott felvilágosítást, csak a «formális genezis» ismeretéig jutott el.

A Roux, Hertwig, Driesch, majd Spemann és Harrison kutatásai nyomán kialakult kísérleti fejlődéstan a kialakulás «kauzális geneziséét» kutatja okozati összefüggéseiben, mechanizmusában az utóbbi évtizedekben meghonosított rendkívül finom módszerekkel.

A kísérleti fejlődéstan alapproblémája a pete fejlődésének determinációja, azaz ama tényezők megismerése, melyek a fejlődés során a szervek kialakulását megszabják. Ezek Roux szerint magában a petében rejlő «determinációs» és a külső körülményekkel kölcsönhatásban érvényesülő «realizációs» tényezők. Driesch a sokszere megvalósulásnak a petében vagy annak egyes részeiben rejlő lehetőségeit prospektív potenciának, tényleges megvalósulásukat a fejlődésben prospektív jelentőségnek nevezte. A pete egészének totipotenciája, azaz ama képessége, hogy a szervezet összes szöveteinek és szerveinek kialakítására képes és a már kialakult részeinek pluripotenciája, azaz, hogy többféle irányban fejlődhet, a fejlődés előrehaladásával állatfajok szerint különböző mértékben, fokozatosan csökken. Totipotenciájukat, illetőleg pluripotenciájukat megtartják a növények merisztémás szöveteinek sejtjei, mert, amint tudjuk, az egész növényt összes szöveteivel és szerveivel kifejleszthetik magukból. Alacsonyrendű, teljesen kifejlett állatok szöveteiből nemkülönben megújulhat az egész szervezet. B tekintetben az egyes peték igen különbözőek.

A peterészek prospektív potenciájának megállapítása céljából a pete egyes részeit kiirthatjuk akként, hogy megsúrjuk vagy forró'túvel megérintjük. Ilyen módon Roux megállapította, hogy a békapete két első blasztomérája közül az egyiket elpusztítva csak félembrió fejlődött, ami a pete kialakulásának árrészeiben már determinált preformációja mellett szólt. Driesch a tengeri sün petéjén

végzett hasonló kísérlete ellentétes eredményre vezetett, a petét felezve két teljes, de kicsiny embrió fejlődését idézte elő. A béka és a tengeri sün petéinek determináltsága tehát nem azonos.

Különböző kísérletekkel megvizsgálták a nehézség-erőnek, hőnek, fénynek, különböző sugaraknak és vegyi anyagoknak hatását a pete fejlődésére. A nehézségerő hatását a pete helyzetének változtatásával és különösen centrifugálással vizsgálták azzal az eredménnyel, hogy a petében levő anyagoknak fajsúlyuk szerint szembeötlő átrendeződése nincs befolyással a pete szerkezetének kialakulására.

A környezet hőmérséke a pete barázdálódásának időrendjét szabja meg oly szabályosan, hogy Hertwig különböző hőfokon tartott békapeték barázdálódásából azt a következtetést vonta le, hogy a pete épen olyan pontosan reagál a hőmérsék változásaira, mint a hőmérő higánya, és biológiai termométerül szolgálhat.

Röntgen- és rádiumsugarak nagy mértékben befolyásolják a pete fejlődését. Ibolyántúli sugarakkal, az úgynevezett «sugárszúrás» módszerével az apai vagy anyai gaméták magját pusztíthatjuk el, midőn felényi kromoszómaszámmal bíró, haploid magvú sejtekből álló embrió fejlődik, partenogenezis útján. Ilyenkor a kromoszómák hasadásában és összetapadásában is zavarok lépnek fel, amelyek a szervek egyidejű hiányos fejlődésével hozhatók összefüggésbe és az öröklés problémáira is világot vetnek. A sugárszúrás módszerét egyes peterészek átültetésekor megjelölésük céljából is felhasználhatjuk, midőn az átültetett peterészből fejlődő szövetek sejtjeit felényi kromoszómaszámukról ismerhetjük fel.

Vegyi hatásokra, — ha például a tengervízből egyes sók hiányoznak, — a tengeri sün petéje egyes blasztomériára esik szét, amelyek az első oszlás után normális összetételű tengervízben egyenkint külön szervezetekké fejlődhetnek. Egyszerű sóhatásra kétéltűek ektoder mája elkülöníthető, midőn az úgynevezett exogasztrulából fejlődő szervezetben a szív és a bél mozgásai idegelemek nélkül mennek végbe.

Az egyes peterészek eltolódásának és további sorsának követésében, prospektív jelentőségük megismerésében rendkívül értékes a szín jelzés módszere, amelyet Vogt dolgozott ki, különösen a tritonpetére vonatkozólag. Ez abban áll, hogy egyes peterészeket ártalmatlan, úgynevezett vitális festékekkel itatunk át. A megfestett részekből kialakuló képződményeket később színükről ismerhetjük fel.

Roux, majd különösen Spemann a kétéltűek petéin végzett kísérletek számára igen finom módszereket és eszközöket eszeltek ki, piciny gázlángon kihúzott hegyű üvegűtűket, hajszálból készült hurkokat, finom pipettákat, amelyekkel Spemann és tanítványai a kétéltűek petéin végrehajtott műtétek technikáját nagy tökélyre fejlesztették.

"A kísérleti iejlődéstannak kétségtelenül legnagyobb jelentőségű felfedezése annak kimutatása volt, hogy a pete fokozatos különböződésének és a szervek kialakulásának tényezője a pete egyes részeiben rejlenek, amiért Spemann az orvosi Nobel-díjat elnyerte. Az évek hosszú során át a götte, triton petéjén végzett tervszerű kísérletekkel bebizonyította, hogy a korai fejlődés bizonyos szakától, a gasztrulációtól kezdve a pete egyes részei a velük érintkező más részeket fejlődésre készítetik, a nélkül, hogy maguk a fejlődésben részt vennének. Ilyen peterészletnek találta Spemann a gasztrula ősbélének 'tetejét, amely a pete ősi szerveinek kifejlődését indítja meg és organizátornak nevezte — a 'szerves "fejlődés"'képességének átvitelét más peterészre indukciónak, az összaj környezetét pedig, amely a gasztrula ama része, amelyből az organizátor később kialakul organizációs központnak. Ha ez az organizációs központnak megfelelő peterész elpusztul vagy eltávolítjuk, a pete csak idegrendszer és úgynevezett tengelyszervek nélkül való torzzá fejlődik, míg, ha egy más petébe ültetjük át, abban más helyen újabb fölös tengelyszervek képződnek és kettős embrió alakul ki. Hogy tényleg az «összajorganizátor» indukálja a további fejlődést és determinálja a peterészek kialakulását szervekké, Spemann következő kísérleteiből világlik ki. Ha

tritonpetét az összaj kialakulása után hajszállal kettéftízünk, úgyhogy az összaj tájékán felezzük, és mindkét petefélbe jut az összaj környékének egy részlete, mindkét félből kicsi, de teljes embrió alakul ki. Ha akként felezzük a petét, hogy az egész összajtájék az egyik félbe kerül, úgy csak abból a félből fejlődik normális embrió és állat, míg a másik tengelyszerveket nélkülöző torzzá alakul, majd elpusztul.

Hogy a gasztruláció kezdetén az egyes peterészek még nem determináltak «equipotenciálisak» és csak az organizátor hatása alatt alakulnak ki, a következő kísérlettel igazolódott. Két különböző fajú göte, a nagy tarajos triton eristatus fehér és a kicsiny triton teniatus sötétszürke petéjének az összaj fölött levő részét, amely normálisan velőlemezzé fejlődött volna és az összajtól távolabb fekvő részét, amelyből bőr fejlődött volna, egymással fölcseréljük. Miután az átültetett részek megfogamzottak és a gasztruláció befejeződött, a peték normálisan fejlődnek. Az átültetett részek, amelyek különböző színük alapján további fejlődésük folyamán is megkülönböztethetők egymástól, új környezetükben «helyhezköttően» alakulnak ki. A peterészből, amelyből, ha a másik petében hagyjuk az idegrendszer fejlődött volna ki, azaz a prezumptív idegrendszerből epidermis, a prezumptív epidermisből pedig az új környezet hatása alatt idegrendszer fejlődik. Ha a fejlődés későbbi szakában végezzük az átültetést, amikor az organizátor hatására a velőlemez kialakult, a gasztrulából «neurula» lett, a velőlemezről származó darab az epidermisben agyvelő, az epidermis pedig epidermis marad, tehát «eredésszerűen» fejlődik tovább. Ez arra vall, hogy a fejlődés e szakában a peterészek már determináltak és önállóan fejlődnek.

Ha az organizációs központot tartalmazó összajajok vagy ősbélfedel egy részletét egy tritonfaj petéjéből másik faj petéjébe ültetjük át, a petében a sajátján kívül másik embriótelep alakul ki, részben az átültetett peterészből, részben annak hatása alatt a gazdapetéből, a szerint, hogy a determináció mely fokán voltak az egyes peterészletek, amelyek sejtjeik szinkülönbsége alapján a további ki-

alakulásuk során is megkülönböztethetők egymástól. Spemaim azt is kimutatta, hogy a pete oly, az összajtól távolfekvő, még nem különbözött részlete, amelynek nincs organizációt indukáló képessége, ha hasonló korú pete felső összájjába ültette át, majd ismét eltávolította és más petébe ültette, az organizációs központ hatása alatt organizátorrá változott és másodlagos velőlemez fejlődését indukálja.

Az organizátor hatás a fejlődés egész folyamán érvényesül, midőn a már kifejlődött szervek fokozatosan környezetük fejlődését indítják meg.

További kísérletek során kitűnt, hogy az organizátor hatása nem is fajlagos. Egyik állat petéjének organizátora indukálhatja a másik petéjét. A felnőtt szervezet szövetei hasonló hatást fejtenek ki, mégpedig zúzott, szárított, fagyasztott, felfőzött állapotban és sejteket nem is tartalmazó kivonatok alakjában is.

Az organizátor tehát a szervezet egyes részeiben termelt anyag, amelynek egyelőre közelebbről meg nem határozható tulajdonságai a környezet szerkezetének kialakulásában érvényesülnek. Felfedezésével a szerves kialakulásnak általános fejlődéstani jelentőségét meghaladó, újabb tényezőjét ismertük meg, amely a szervezet egyes részei és egésze közötti vonatkozások létesítésében szerepel. A kísérleti fejlődéstani kutatás még sok más érdekes eredménnyel járt. Mangold például két tritonfaj különböző színű petéit első kettéoszlásuk után egymáson keresztbe helyezve egybeolvasztotta és ezáltal két anyától, két apától származó, két fajhoz tartozó, feltűnően nagy, egyébként szabályos egyén kialakulását hozta létre.

A kísérleti fejlődéstani és a szövettanyésztés módszereinek egyesítésével a pete egyes elkülönített részeinek és szervtelepeinek önálló, a szervezet egészének behatása alól kivont fejlődési képességét tanulmányozhatjuk. A peterészt vagy a felnőtt szervezet valamely testüregébe, például a hasüregbe, vagy a szemüregbe interplantáljuk, vagy üvegben vérplazmára explantáljuk. Ekként Miss Feli a cambridgei híres kísérleti sejtani intézet kiváló vezetője madarak végtagjait fejlesztette ki, még ki nem

alakult telepükből folytatólagos átoltással. Tanítványom, Törő a szövetkeletkezés kérdésében nagy horderejű és világszerte nagy feltűnést és elismerést keltő kísérleteivel melegvérű állatok szemlencséjének újraképződését idézte elő azzal, hogy a szivárvány hártya sejtjeinek tenyészetét ültette át az eltávolított szemlencse helyébe, amely a környezet hatására lencsévé alakult át. Belsőhámszövetében hasonló körülmények között a szervezetben látószervhez idomult. Tiszta hám- és kötőszöveti sejtek tenyészeit egyesítve és a szembe ültetve, magasabb különbözőségű szövetek kialakulását hozta létre. E kísérletekben már-már megvalósul a biológiai szintézis olyan értelemben, mint ahogy a kémiai szintézis útján sikerül mesterségesen szerves vegyületeket elemeiből létrehozni.

A fejlődés fogalma alá tartozik a metamorfózis jelensége is, amely csak egyes állatfajok fejlődése folyamán jön létre, midőn a pete nem közvetlenül alakul ki a szülői szervezethez hasonlóan, hanem átmenetileg lárvastádiumban él önálló életet. A metamorfózis alacsonyabbrendű állatok körében rendkívül gyakori jelenség. Rovarok lárvái, a hernyó, a báb és a pillangó küllemükben teljesen elütők. A lárvában különösen a táplálkozás, az imagóban a szaporodás szervei fejlődnek ki. Szárazföldi állatok lárvái gyakran a vízben élnek. Gerincesek között a kétéltűek lárvái teljesen halak szervezetének típusára fejlődnek és élnek. A metamorfózis megindításában hormonok hatása is szerepel. Kétéltűek lárvái, ha pajzsmiriggyel vagy kivonatával etetjük őket még mielőtt megnőttek volna, igen kicsiny állatok maradnak. A lárvaszervezet átalakulásában a szövetek szétesésének, beolvadásának és a régi anyag felhasználásával történő újraképződésének igen bonyolult progresszív és regresszív életfolyamatai mennek végbe.

A regeneráció, újraképződés vagy megújulás a megcsonkított szervezet, vagy szervei elpusztult részének újrafelépítése, tulajdonképpen fejlődésének megismétlése. A regenerációban a sejtekben és a szövetekben rejlő, az ép szervezetben korlátozott szaporodási és növekedési képesség nyilvánul meg. Növények regenerációja, a merisz-

témaszövet embrionális potenciával bíró sejtjeiből könnyen megy végbe. Alacsony rendű állatoknak is rendkívül nagy a regenerációs képessége. A hidra már két sejtjéből, planáriák testük századrésznyinél kisebb töredékéből egészülhetnek ki. A giliszta tíz részre is feldarabolható és mindegyik új fejet és farkat fejleszt ki magából. A tengeri csillag letört karjából az egész újra kifejlődik. A holothuria vagy tengeri uborka kettévágva kiegészül, vagy ha vize káros anyagokat tartalmaz, végbélnyílásán át egész belrendszerét és összes belsőszerveit kiüríti, majd kedvező életkörülmények között újból kifejleszti. A rák ollója, a gyík farka, a csiga szarva szemével együtt regenerálódik. Két-éltűek végtagjai is újraképződhetnek. A gyík farkát öncsonkítás útján vesztheti el, midőn, ha farkánál fogva ragadja meg üldözője, görcsös izomösszehúzódás által a fark az arra anatómiailag alkalmas helyen — ahol a csigolya nem csontosodott el — leválik, majd újra kinő. Egyes állatok párzás alkalmával hímtagjukat hagyják el és újból kifejlesztik.

A regenerációnak különösen érdekes példáját adja a palolofereg. Júliusban, nyolc nappal újhoid előtt, a Samoa-szigetek környékén élő eunice viridis vagy palolofereg tömegei kimásznak a tenger fenekén levő odúikból és lelökik alsó testvégüket, amelyek nemiszervüket tartalmazták. Ezek tehát a szó szoros értelmében fejüket veszítve szállnak fel a tenger színére, azt nyüzsögve lepik el, ott párosodnak, majd elhalnak. A tenger mélyén maradó fejvégeik alsótestrészüket a nemiszervekkel együtt újraképezik.

Magasabbrendű melegvérű szervezetek regenerációs képessége igen korlátolt és csak egyes kevésbé különböző állatokból álló szövetekre korlátozott. Fiatal korban és különösen az embrionális élet folyamán még nagyfokú. Tulajdonképpen a fejlődés a regeneráció legnagyobb foka, midőn az új szervezet a pete egyetlen sejtjéből képződik újra.

A regeneráció képessége, ha igen korlátolt is, a magasabbrendű állatok kifejlett szerveiben és a különbözőségi legmagasabb fokán álló sejtjeiben, állandóan megnyilvánul

a szervezet sejtjeinek folytonos kicserélődésében. A vérsejtek folyton pusztulnak és tömegesen újraképződnek a vérképző szervekben, de a szövetkötelékekben összefüggő sejtek legtöbb fajtája is állandóan kicserélődik a szervezetben az egyes sejtek természetes halálával kapcsolatban, midőn létszámuk állandó marad. Ez a kicserélődés bizonyos időszakban nagyobb mérvű, például, állatok vedlésével, midőn hullók és kétéltűek egész bőrüket, a madarak tollazatukat, őzek és szarvasok agancsukat évenként levetik és újraképezik.

A regeneráció ama jelenségeit, midőn az újból kifejlődött szerv kezdetlegesebb alakban fejlődik ki, a faj átalakulásának érvei gyanánt értékesítik. Például a folyami rák újraképződött vaskos ollója, alacsonyabbrendű rákfajokra jellemző hosszú keskeny alakban jelenik meg a gyík újraképződött farokrésze pikkelyekkel fedett, ancestrális típusú. Olykor az elveszett szerv helyébe primitívebb szerv képződik újra, például magasabbrendű rákok szemé helyén csak csáp. Ha a magasabbrendű szervezet valamely szövetének helyén más szövetfajta képződik, e jelenséget metapláziának nevezzük.

A regeneráció alatt az első fejlődés egyes szakaszai is megismétlődnek, viszont egyes újraképződött szövetek és szervek nem mindig ugyanabból a szövetből képződnek újra és más csiralemez származékai is lehetnek.

A regeneráció a csonk úgynevezett regenerációs blasztémájából, az abban felhalmozódó sokpotenciájú sejtekből indul ki és elkülönülten mint epimorfózis megy végbe, vagy mint alacsonyrendű állatokban, úgynevezett morfallaxis útján, midőn a csonka szervezet egészében szerveződik át teljesen és kisebb alakban újul meg. Ez a jelenség inagassabbrendű állatok szövettenyésztéseiben is megfigyelhető, amint már szó volt róla, ha egy szerv például a szív kicsiny szövettöredéke egészének jellegzetes alakjában és szerkezetében alakul ki. A szövettenyésztési kísérletek a regeneráció kérdésébe is mélyen bevilágítanak. Kapcsolatba hozzák egymással a folyamatok elemi sejtjelenségeit és a szervezet egészének determináló tényezőit, amelyek az organizátor indukáló hatásában érvényesül-

nek, nyilvánvalóan azért, hogy a szervezet a regenerációs csonkból éppen az elveszett részek pótlásával egészül ki.

A szövettényészetben magasabbrendű szervezetek sejtjei szerveződéseik elemi jelenségeiben megegyeznek a legalacsonyabbrendű szervezetek sejtjeivel. Önként, aktív mozgásukkal egyesülnek primitív, a mesterséges élet-körülményekhez alkalmazkodó, egységes szervezetté, mint ahogy szivacsok sűrű szöveten átpréselt sejtjei kis csoportokban egyesülnek és egész szervezetté egészülnek ki.

A fejlődéssel és regenerációval rokon a transzplantáció, szervek vagy szövetek pótlása, átültetése egyik szervezetből a másikba. Ha folyadékot ömlesztünk át, transzfúzióról beszélünk, ha az eltávolított részt ugyanarra a helyre telepítjük vissza vagy ugyanarra az egyénre, replantáció-, illetőleg autotranszplantációnak nevezzük. Ha élettelen anyaggal pótoljuk az elveszett részt, protézist alkalmazunk, amilyen a műláb vagy a fogsor.

A transzplantáció növények nemesítésében mint oltás, vagy szemzés és a sebészetben nagy gyakorlati jelentőségű, de a kísérleti biológiában is nagy szerepet játszik a fajlagosság, öröklés, fejlődés, szerveződés és a daganatos növekedés problémájának kutatásában. Növényrészek, rügyek átültetése, amint az köztudomású, igen könnyen megy másik növény sebhelyébe. Alanyul leginkább erős gyökéretű, ellentálló rokon vad fajokat használunk, amelyeken a nemes oltvány csak virágozik és terem vagy ritkán tulajdonságaiban is egyesül, mint az úgynevezett chimaerák mutatják.

Alacsonyrendű állatokat is igen könnyű egyesíteni. Amőbák és más véglények egyesülnek, ha egy ideig egymáshoz vannak szorítva. Ha két jyliszta fejét levágjuk és egyesítjük, két farokban végződő állat keletkezik, amelynek egyikét levágva, fej fejlődik hejyette. Pillangók is egyesíthetők. Harrison különböző fajú, színükben eltérő békalárvák részeit növesztette egybe. Spemann és munkatársai tritonpeték egyesítésével egyfejű és kétfarkú szervezeteket állítottak elő. Mások békavégtag átültetett telepéből a szem táján fejlesztettek fölös lábat. Szemlencsetelepét a bőr alá ültetve szem fejlődött és a fölötte levő bőr átlát-

szóvá vált. Néhány év előtt oly kevéssé megbízható és hitelt nem érdemlő kísérletekről számoltak be, hogy hím és nőtény csiborok fejét is sikerült kicserélni, ami a hímfejű nőtények szexuális magatartásában változást hozott volna létre. Holt szövetek oltványai, konzervált ér, ín, vagy csontdarabok is «megelevenednek» a szervezetben, akként, hogy vázrendszerük új sejtekkel népesül be, amely folyamat elemi jelenségeit mikrokinematografia útján mutathattam be, rögzített szövetek emésztett metszeteinek kötőszöveti vázán tenyésztett sejtekkel, midőn természetes egyöntetű szövetek keletkeztek ama szerv mintájára, amelyből a sejtjeitől emésztés által megfosztott, kiürített kötőszöveti váz származott.

Carrel állati és emberi erek pótlására 20 napig jégen tartott érdarabokat használt fel. Magam celloidin-csőveket használtam érpótlásra, amelyek belfelületén a keringő vérből ráakódó fehér vérsejtekből átalakult, a természeteshez teljesen hasonló érbelhártya sejt köteléke alakult ki.

Transzplantáció útján egész állatokat egyesíthetünk testüregeikkel, ikreket állíthatunk elő, ha testüregeiket összekötjük. Az ilyen «parabiózis»-ban élő állatok, nyulak, kutyák mindkét veséjük eltávolítása után is megélnek. E kísérletek újabban különösen ideglettani kérdések vizsgálatával kaptak nagy jelentőséget.

AZ EMBER ÉLETE.

Az élettudomány egészében és minden részletében hiányos maradna, ha az ember életére vonatkozó ismereteket nem vonnók körébe, mint ahogy a sajátosan az ember megismerésére irányuló tudományok, az embertan, az orvostudomány, igen kezdetlegesek volnának a véglényekre, a növényekre és az állatokra vonatkozó ismeretek híjján, pusztán az emberi szervezet tanulmányozására utalva. Tudjuk, hogy a biológia fejlődését minden téren, mindenkor épen az orvostudomány érdekei mozdították elő. Az ember életének kutatása mégis különleges nézőpontok alá esik, amelyek megmagyarázzák, hogy az ember életére vonatkozó ismeretek adatai elkülönültek a biológia rendszerében vagy szervesen bele sem illeszkedtek s rendszertelenül szétszórva élnek az élettudomány különböző szaktudományaiban.

Az emberi élet különleges helyet foglal el a biológiában, mert kutató alanya, szubjektív megismerője, az ember, egyszersmind tárgya is az élettudománynak. Maga az élettudomány is, mint az emberi tapasztalatok szervezete, az emberi értelem terméke, bizonyos fokig biológiai megítélés alá tartozik. Az ember tehát az általános biológiai ismereteknek és nézőpontoknak önmagárvonatkoztatásában nem rendelkezik a tárgyilagosság, az elfogulatlanság és az önbírálat ama fokával, amely a tudományban nélkülözhetetlen, amint azt minduntalan tapasztalhatjuk is.

Az ember biológiájában azonban az élet jelenségek tárgyilagosság megfigyelésén és kísérleti kutatásán kívül a lélektan önmegfigyelésén alapuló módszere is érvényesül, midőn

a jelenségek szubjektív öntudatunkra jutnak, átéljük azokat és beleéljük magunkat mások élményeibe. Ekként fogjuk fel az ember értelmi és szellemi életének megnyilvánulásait és egészítjük ki az emberi élet sajátosságainak megismerésében tárgyilagos biológiai ismereteinket.

A biológiában, amely csak az őslénytani, véglénytani, növénytani és állattani ismeretek egybevetéséig jutott el, az ember önmagát csak állati mivoltában ismerte meg és ilyen értelemben értékesítette is biológiai ismereteit. Az ember mint az állattan tárgya megtudta, hogy a gerince? állatok szervezetének alapterve szerint épült fel, sejtjei és szövetei teljesen hasonlóak az állatokéihoz, ama kiváltsága alapján, hogy egységes méhlepénnyel, deciduával bír, az állatok rendszerében az emberszabású majmokkal együtt a főemlősök között foglal helyet és különös elégtétellel vette tudomásul, hogy közte és az emberszabású majmok között kisebb az úr, mint az utóbbiak és az alacsonyabbrendű majmok között levő «morfológiai hézag».

Az ember is, mint a többi ivarosán szaporodó élőlény, szüleinek, két különböző egyének ivarsejtjeiben levő, piciny részecske egyesüléséből fejlődik és nyeri őseitől öröklődő jellegeinek sokaságát. Táplálkozásában növényekre és állatokra szorul. Mint minden élőlény, beilleszkedik a természet rendjébe és összes élet jelenségeinek állattani vonatkozásaiban a biológia egységes megítélése alá tartozik.

Az ember faj egységén belül számos emberrasz válfaját különböztetjük meg, különösen, ha alacson}rabbrendűek, egyes törzsekben földrajzilag elkülönült területeken élnek vagy tarka keveredtségben oszlanak meg egyes tájain a világnak, különböző sűrűségben. Kínában például egy négyzetmérföldre 3500, az Amerikai Egyesült Államokban csak 30 ember jut. A különböző emberfajok természetrajzával, testi és szellemi különbözőségeivel egyéni életük, népközösségük sajátosságaival, kulturális fejlődésükkel az antropológia, az embertan és az etnológia, a néprajz és néplélektan foglalkoznak, szerves kapcsolatban a földrajzzal, őstörténettel, régészettel, kultúrtörténettel, nyelvészettel, lélektanallal és társadalomtudománnyal.

Az ember, mint egyén, és mint a társadalom tagja más emberekkel fennálló vonatkozásaiban esik biológiai megítélés alá. Az ember biológiai sajátossága az élőlények világában leginkább az által domborodik ki, hogy egyik nemzedéke a másikkal nemcsak a csíra folytonossága által van kapcsolatban, hanem a testi és lelki sajátosságokon kívül a nemzedékek tapasztalatai is átmennek egyik nemzedékről a másikra. Az ember őseinek tapasztalatát megőrzi, elraktározza a hagyományokban, írásokban, tudományban és művészetben. Ez a «ktilső» öröklési képesség különbözteti meg leginkább az embert az állattól.

Az ember kiváltságos helyzetét a Földön, uralmát az élőlények és az élettelen természet fölött azzal biztosította, hogy már őskorában tüzet gyújtott, különböző szerszámokat és fegyvereket készített, először kőből, majd fából és ércből. Az éghajlathoz, időjáráshoz alkalmazkodva, odúba, barlangba vonult, majd kunyhót, sátrat, házat épített magának és ruhával védte testét. Céltudatos tevékenységével végtagjait, érzékszerveit mesterségesen megtoldotta, életerét kiterjesztette. A kultúra legmagasabb fokán látását a teleszkóppal és mikroszkóppal, hallását rádióval terjesztette ki, a mozgófényképezéssel a múlt pillanatát, a gramofonnal az elhaló hangot rögzíti és raktározza, repülőgéppel a magasságokba emelkedik, közlekedési eszközeivel legyőzi a távolságot. Az ember ama sajátosságaival szemben, hogy testén kívül végtagjait és szerveit pótló és kiegészítő szerszámok alkotására képes a véglények ama képessége áll, hogy testükön belül a működés idejére kialakuló végtagokat és szerveket képeznek maguknak.

Az ember gazdasági, ipari és technikai tevékenységében, védekezésében a szervezetét megtámadó kórokozók ellen és a betegség leküzdésében a biológiai ismereteket céltudatosan hasznosította. A biológiai elméletek pedig világnézetének kialakítására vannak befolyással. Az élet biológiai szemlélete alapján egyéni és társadalmi életében akkor emelkedik ki az állatok sorából, ha emberi mivoltának legsajátosabb tulajdonsága: az értelem, Isten hitében éri el teljességét.

TARTALOM.

Előszó.

A biológia jelentősége a tudományban, a gyakorlati életben és a világnézet kialakulásában	3
---	---

Bevezetés.

Az élettudomány fogalma, tárgyköre, rendszere és módszerei. Analízis és szintézis. Morfológia és fiziológia. A biológia és rész tudományainak vonatkozásai. A mechanizmus és vitalizmus. Biológia és filozófia.....	5
---	---

I. Az élettudomány kialakulása.

A materializmus és az idealizmus ellentéte a mechanizmus és a vitalizmus ókori tanaiban. Demokritos, Pythagoras, Hippokrates, Plató, Aristoteles életszemlélete. Az alexandriai orvosi iskolád Heropnilos, Brasistratos, Galenus. Az élettudomány a középkorban. Az élettudomány az arab kultúrában. A scholastika hatása az élettudományra. A biológiai szaktudományok keletkezése a középkorban. Az anatómia kialakulása Lionardo és Vesalius nyomán. Paracelsus. A kémia kialakulása az álkímiából. A vérkeringés felfedezése. Servetus, Cesalpino, Harvey. A fizika fejlődése és hatása a biológiára. Galilei, Newton. A fiziológia kezdetei: Haller, Bell, Magendie, Claude, Bemard, Ludwig. A mikroszkóp felfedezése. Malpighi, Leeuwenhök7 A növénytan fejlődése az orvostudományból. Linné és a rendszertan. Az összehasonlító anatómia. Cuyier. A sejtelmélet. Schlgiden, Schwann, Virchow. A véglények tana. Ehrenberg. A szövettan. Bichat. A montpellier-i vitalizmus. A filozófia hatása a biológiára. Kant, Spenser, Bergson, Driesel..... 9

II. Az élet fogalma.

Az anyag és az élet. Az élő és a halott. A szervezet anyaga, formája, szerkezete és rendszere. Az élet jelenségek. A véglények és a szervezet sejtjeinek potenciális halhatatlansága. A szövettenyésztés életformája. Az élettartam és a halál 44

III. *Az élet eredete és szintere.*

Az élet anyagi eredetének feltevése. A földi élet kezdete és lehetőségei. Az élet kialakulása a föld izzó állapotából. Preyer. Az ősnemzés tana. A biogenezis elmélete. Redi, Spallanzani, Pasteur. Az élet tere, körforgása és az élőlények vonatkozásai a természetben. 51

IV. *A sejt élete.*

A sejt mint életegység. A sejtek alakja, nagysága és szerkezete. A sejt anyaga. A sejt mint a kolloidok rendszere. A növényi és az állati sejt. A sejt általános élet jelenségei: a sejt táplálkozása, mozgásjelenségei, ingerlékenysége és szaporodása. A sejt mint szervezet. A sejt az egysejtű és a soksejtű szervezetben. Az egysejtű véglények szervei 59

V. *A sejtek közössége a szervezetben.*

Az egyén és a közösség általános vonatkozásai. A szerveződés törvényszerűségei a munkamegosztásban. A szerveződés anyagi tényezői a sejtek összeköttetéseiben. A szerveződés elméletei, a sejtelmélet, a «holizmus» tana, a résztestelmélet, az elemi rostrendszer elasztomotoros mechanizmusának elmélete. A szerveződés térelmélete, anyagiatlan tényezői és ideális alapjai 82

VI. *A szervezet szövetei és szervei.*

A szövettan módszerei. A növényi szervezet szövetei és szervei. Az állati szövetek és szervek rendszerei. A szövet-tenyésztés sajátos szervezete. A szervezetből elkülönített szervek élete. A szövetek és szervek kialakulása. A növényi és állati szervezet szerkezeti alapelvei..... 92

VII. *A természet szervezete.*

A szervezet és környezete. Az élet szövedéke. Az élő és élettelen természet egységes rendszere. A növény és az állat vonatkozásai a természet életközösségében. Az anyag keringése az élet körforgásában. Az élőlények kihatása élettelen környezetük szerves kialakításában. Állati és emberi életközösségek társadalmi tevékenységének anyagi és szellemi alkotásai. Az együttélés és az élősdiség. A társas együttélés formái. Az élőlények alkalmazkodása egymáshoz és az élettelen természethez 109

VIII. *A szaporodás.*

Az ivartalan és ivaros szaporodás. A nemiség. A termékenyítés. Az ivarsejtek különbségei. A csirapálya. A növények szaporodása. A rovarok szerepe a növények szaporodásában. A véglények szaporodása. A szűznemzés. A populáció. A nemek vonzalma. A párosodás előzményei és körülményei..... 124

IX. *A származás.*

A származástan mint történettudomány. A fajok fejlődésének történeti okmányai a kövületekben. A fokozatos fejlődés gondolata. A származástan alapjai a földtanban, az őslénytanban és az összehasonlító anatómiában. Ljamarck—és Darwin tanai. További származási elméletek. A faj fogalma. A származástan fejlődéstani vonatkozásai. Az ember és a majom származástani rokonságának feltételezése és ellenérvei 142

X. *Az öröklés.*

A Mendelizmus. Az öröklés sejtani alapjai a kromoszómakutatásban. A drosophila-kísérletek. A gének jelentősége. A változékonyság. A mutáció és paravariáció. A fluktuáló variabilitás és a variációstatisztika. A fenotípus és genotípus..... 160

XI. *A fejlődés.*

A növények fejlődése. Az állati fejlődés. Baer. A. pete barázdálódása, a gastruláció, a csiralemezék és az ősi szervek. A szervek kialakulása. A fejlődés determinációja. A prospektív potencia és jelentőség. A kísérleti fejlődéstan. Kutatás eredményei. Roux, Driesch, Herwig, Tjipemann. Az organizátor és a fejlődés indukciója. Fejlődés a szövettanban. A metamorfózis. A regeneratio. A transplantáció 179

XII. *Az ember élete.*

Az emberi élet értelmezése az élettudomány és a lélektan alapján. Szubjektív és objektív nézőpontok. Az ember önismerete az állattan alapján. Az emberiség megoszlása a földön. Az élettudomány vonatkozásai a lélektannal és a társadalomtudománnyal. Az emberi nemzedékek öröklési kapcsolatai a kultúrában. Az emberi élet kiemelkedése az állati sorsból Isten hite által 195