

**III
KÖNYVEK**

RÉVAI KIADÁS

**ÉLET,
SZERELEM és HALÁL
BIOLÓGIA**

ÍRTA:

Dr. báró FEJÉRVÁRY GÉZA GYULA
EGYETEMI M. TANÁR

12 táblával.

RÉVAI KIADÁS

Copyright by Révai Testvérek Irodalmi Intézet R. T., Budapest.

A fordítás joga a szerzőt illeti.

RÉVAI IRODALMI INTÉZET NYOMDÁJA, BUDAPEST.

TARTALOM:

Bevezető rész.....	3
A Biológia története.....	13
A Biológia felosztása.....	63
Mi az Élet?.....	73
Ősnemződés	87
A Sejt	111
A Halál.....	167
Biokémia	199
Táblamagyarázat	229
A modern biológiai irodalom néhány köz- keletű terméke	234
Néhány közérdekű, biológiai cikket tar- talmazó természettudományi folyóirat	237
Személynévmutató.....	238
Tárgymutató.....	242
Hibaigazítás	256

Nehéz és hálátlan feladatba kezdek, amidőn arra vállalkozom, hogy ily szűkre szabott kereteken belül ismertessek ^{ὁ βίος} ^{ὁ λόγος} óriási kiterjedésű és végtelenül változatos, kapcsolataiban oly gazdag tudományt, amelynek szálai éltető gyökerekként nyúlnak bele az ö s z s z e s tudományokba és művészetekbe, mert hiszen a biológia az alapja minden érzékelésünk és tudásunk lényegére vonatkozó ismeretünknek.

A biológiának élettudomány a magyar neve; ^{ὁ βίος} : az élet, ^{ὁ λόγος} : az ismeret. Az élettudomány tehát az Él e t-tel foglalkozik, tárgya az *élet* összes megnyilatkozásainak minden vonatkozásukban való kutatása, célja pedig e megnyilatkozások leírása és okfejtő megmagyarázása, amiből önként következik, hogy biológiai tanulmányaink folyamán ama fizikai és kémiai kapcsolatokra, illetve vonatkozásokra is ki kell ter-

jeszkednünk, amelyek az élő és élettelen világ között fennállanak.

Amilyen sivársággal tölti el általában lelkünket az élet ama részének az ismerete, amelyet „mindennapi életnek“ szoktunk nevezni, s amely alatt az embertársainkkal való társadalmi és politikai érintkezésünket értjük, éppoly lelki megnyugvást találunk az életjelenségek titkainak tudományos kifürkészésében és törvényszerűségeinek megállapításában. A biológiai ismeretek révén a kultúrember magas ethikai színvonalon álló világnézetet építhet ki magának és azt, aki szert tett reá, kibékíti az élet számos keserűségével és nemes értelemben véve rezignálttá teszi, mert megtanítja arra, hogy minden szubjektíve kellemtelen és fájó jelenség oka az élő lények egyéni szervezettségében rejlik, s hogy mint ilyennek szükségszerűen léteznie kell, s csak esetről-esetre, természettudományosan megalapozott módszerekkel küszöbölhető ki. Így azután közelebb jutunk ahhoz, hogy az ugyancsak biológiai alapokon nyugvó ethikai lehetőségek határán belül valóra válthassuk Mme DE STAELnek idevágó híres mondását: „tout c o m p r e n d r e c'est tout pardonner“.

A modern kultúrember, ha pusztán természettudományi alapokra fektette világnézetét, előbb-utóbb rájön arra, hogy az élet, a küzdés végeredményében céltalan, úgyhogy életének célját és értelmét önmagának kell megadnia, ami csakis a biológiai igazságokban való józan megnyugvás és nemes, valóban „emberi“ törekvéseinek érvényesítése útján lehetséges. Hogy a kultúrember mind e törekvései általában és végeredményükben, in ultima analysi, a szeretet és a szerelem érzéseire vezethetők vissza, s hogy ezek az érzések adják meg életünk valódi értelmét és célját, az minden biológus szemében evidens, s ezt nemcsak az egyén élete bizonyítja, de bizonyítja a történelem, valamint a művészetek, sőt bizonyos fokig még a tudományok fejlődése is.

„In sua eternità, di tempó fuore,
Fuor d'ogni altro comprender, come i
piacque,
S'aperse in nuovi amor l'eterno Amore.“

DANTE, Paradiso, XXIX,
16.

Az emberiség elsősorban boldogságot keres, s ezt vagy a vallásban találja meg, vagy pedig azokban a tényekben, amelyeket az

élettudomány kutat, de sohasem magában a tudományban vagy a tudásban. Azok részére, akik gondolkodással és elemzéssel önmaguk alkotják meg saját hitvallásukat, csupán a Biológia szolgáltathatja a világnézetük kiépítéséhez szükségelt észszerű és reális alapot, mert megtanítja őket élni az Életért, kutatni, küzdeni és örülni magáért a kutatásért, küzdelemért és örömeért, mindezt „l'a r t p o u r l'a r t“, egy magasztos, szent tűz jegyében, amelyet csakis a magasan fejlett és messzemenően specializált emberi szervezet fakaszthat. Valami különösen nagy és megkapó van abban, ha valaki ily módon veszi fel a küzdelmet az élettel, hogy ebből a küzdelemből, mely úgy körülöttünk, mint önmagunkban megy végbe, valóban „emberi“ méltóságának teljes megóvásával, a győztes fölemelő büszkeségével és megnyugvásával kerüljön ki, fenéig ürítve ki amaz „érzelmi“ és „szellemi“ örömök kelyhét, amelyet csupán az emberi nem magas civilizációja és kultúrája nyújthat. Élni intenzíven és tudatosan, fogékonyan minden iránt, ami a biológiai igazságok, szervezetünk tradicionális és szerzett sajátságai szerint igazán szép és jó:

ez legyen életcélja mindenkinek, aki egy derűs és a haladást mint biológiai törvényszerűséget szem előtt tartó természetes világnézet alapján áll, hogy majdan, mikor az az óra közeleg, amelynek beállta után szervezetünk erői, illetve anyaga a természet örök körforgalmában alakot cserél, SCHILLER Piccolomini szavainak komoly, fennkölt értelmezésében mondhatta el: „ich habe gelebt und geliebet“. De nemcsak az önállóan gondolkozó egyén életfelfogása szempontjából fontos az élettudomány, hanem fontos az ifjúság vezetése, a közegészségügy és a szociálpolitika szempontjából is.

A biológiai oktatás középiskoláinkban, sajnos, teljesen háttérbe szorul, s tapasztalataim szerint jelenleg Magyarországon alig tanítják a természetről valamely középiskolában úgy, hogy a biológiai tudományok a kellő óraszám, megfelelő beállításban és az ifjúság érdeklődését felkeltő módon szerepeljenek, ahogyan azt a németországi középiskolai tanítás keretein belül már régóta általánosan megvalósították. Legfőbb ideje volna, hogy nálunk is felismerjék a biológiai oktatás messzekiható

fontosságát, amely az ifjúságban a természet iránt való csodálat kapcsán nemes érdeklődést és tudásvágyat kelt, megtanít gondolkodni, tanulságos szórakozásokhoz és az iskolai kirándulások kapcsán egészséges testmozgáshoz vezet, tápot nyújt a gyermek színes formaérzékének, ily módon a szépérzékét fejlesztve ki, és, last not least, a biológiai gondolkodáson alapuló egészségi princípiumok érvényesítése folytán közegészségügyi viszonyaink javulását eredményezné.

Szociálpolitikai szempontból pedig megtanít a biológia arra, hogy egyéni fisé g nincs, mert minden egyes egyén már fehérjéinek összetételében, tehát biokémiai alapon is különbözik a másiktól, s hogy az egyén életkörülményei nem csupán a külső viszonyokon, hanem elsősorban ama szervezeti tulajdonságainak érvényesülésén múlnak, amelyeket részben sajátmaga szerzett, részben pedig elődeitől örökölt. Az élő szervezet ez örök törvényei lehetlenné teszi azt, hogy az élő anyagot büntetlenül fektessék az „egyenlőség“ hírhedt jelszavának halálthozó Prokrustes-ágyába. Azok, akik

valóban az emberiség társadalmi boldogulását akarják ilyen eszközökkel elérni, csupán „weltfremd“ szobabölcselők, vagy esztelen rajongók, de nem az élő szervezet integrális tulajdonságaival számot vető, épelméjű gondolkodók.

Ἄνεξέταστος βίος οὐ βιωτὸς ἀνθρώπῳ.

Σωκράτης

A Biológia története.

Az emberi elmét az Élet, saját Létének kérdése mindenkor foglalkoztatta, s mindaddig, amíg az életjelenségeket megfigyelések és kísérletek útján megmagyarázni és megokolni nem tudta, ezeket, éppen úgy, mint a többi természeti tüneményt, vallási mythosokkal és filozófiai spekulációkkal próbálta kora ismereteinek és képzeleteinek megfelelő módon megfejteti, illetőleg megfoghatókká tenni. Az emberi agy percipiáló képességének evolúciója a legszebben bontakozik ki előttünk e téren is, a régi kultúrnépek (egyiptomiak, asszírok, babyloniak, görögök, rómaiak, stb.) mythológiájától kezdve, a középkori és modern filozófusokon keresztül ama megállapításokig és ismeretekig, amelyekkel századunk biológusai rendelkeznek, Az egész élő világ keletkezésének, lé-

tének, szervezetségének és fejlődésének kérdése így a mythosok világából kilépve, a filozófiai szemlélődés tárgyává lett, ameddig végül a filozófiának ebbeli mérvadóságát az élettudomány meg nem döntötte, fokozatosan véve ki az ókor papjainak s az újabbkori bölcselőknek kezéből az élet problémáit. Hiszen ezeket sem anthropomorphistikus vagy egocentrikus fikciókkal, sem pedig elvont elmélkedésekkel, hanem csakis szakszerűen folytatott bűvárkodással lehet megfejteni, vagy megfejtésükhöz közelebb juttatni. Míg tehát régebben a bölcselők foglalkoztak természettudományi kérdésekkel, addig az élettudomány fejlődése ma azt követeli, hogy a bölcselet lényegét alkotó lélektan és gondolkodás tudományát is, mely természeténél fogva az idegrendszer és főképen az agy élettanának, fiziológiájának tárgykörébe tartozik, elsősorban a biológus művelje. A természettudományok fejlettsége általában véve odavezetett, hogy a jórészt különböző tudományágak összességéből állott bölcselet ma már alkotóelemeire hullott széjjel, s ezek valódi helyüket legnagyobbbrészt a különféle természettudományok keretein belül találják meg. Nem

szabad megfeledeznünk arról, hogy a természettudományok történelmi fejlődésük folyamán sokat köszönnek a bölcseleknek, de másrészt óvni kell a laikus nagyközönséget attól, hogy egyes modern filozófusok természettudományi kérdésekben kimondott szakavatlan ítéleteit kellő kritika nélkül fogadja el. A biológiai megfigyelés első jeleivel már a praehistorikus korban és a mai primitív népeknél („Naturvölker“) találkozunk, még pedig az ábrázolás formájában. A primitív embert az élő világ csak anynyiból érdekelte, amennyiben ez az ő élet-szükségleteivel — táplálkozás, szerelmi élet, gyógyászat — függött össze, s az életműködéseivel kapcsolatos szervezetekeket azután időtöltésből és mintegy művészi hajlamból megrajzolta, e rajzokat gyakran bámulatos színezéssel látva el. A színeket szervetlen anyagok porából állították elő és szerves anyaggal (pl. velő) keverték össze. Ilyen módon készített ábrák már a régibb kőkorból, az úgynevezett palaeolithikumból ismeretesek, s főként franciaországi és spanyolországi barlangok falain találhatóak. Efféle ábrákat ismerünk pl. a rén-

szarvasról, a lóról, a mammothról és az ősbölnyről, melyek a kőkori ember életében az önfenntartással kapcsolatban fontos szerepet játszottak. Ugyanebből a korból vált ismertté néhány mammothagyarból készült emberi torso és egy fejecske Brassempouy-ból, valamint egy kőből faragott női torso (a willendorfi „Venus“) Ausztriából. Ugyancsak a kőkori művészetének terméke egy fölötte természetes női akt-szobor Málta szigetéről. E faragványok nyilván erotikus jellegűek. Ezek az ábrázolások az emberi nem művészi és biológiai szemlélődésének legelső és legrégebb figurális termékei, amelyek azt bizonyítják, hogy mind a művészet, mind pedig a tudomány első kezdeteinek eredete az önfenntartással és a fajfenntartással kapcsolatos képzetekre vezethető vissza. E két mozzanat közül a primitív ember életében nyilván az előbbi, vagyis az önfenntartás, játszotta a jelentősebb szerepet, mert az erotikus ábrázolások ebben a korban elég ritkák, míg a művészetek későbbi fejlődésében az utóbbi rendkívüli fontosságra tett szert. A leginkább női testet ábrázoló faragványok nyilvánvalóvá

teszik, hogy az őskor „művészei“ férfiak voltak, s hogy így már a kőkor emberénél is, akár a mai primitív népeknél, a férfi szellemi fejlettsége felülmúlta a nőét. A két nem szellemi színvonala között fennálló eme különbségnek a kultúrembernél megfigyelhető kiegyenlítődése a női nem evolúciójának és alkalmazkodásának örvendetes tanújele.

A történelmi időkből először is a keleti népek biológiai ismereteiről kell megemlékeznünk.¹

A b a b y l o n i a k (legrégibb uralkodójuk SARGON, 3800 KR. e.) kultúrájában már elég fontos szerepet töltenek be a biológiai ismeretek. Megtaláljuk náluk a zsidó teremtéstörténet alapjait. Az ész székhelyéül a szívet tekintették, míg a vérkeringés központja szerintük a máj. Úgy látszik, hogy az artériás vért a vénástól megkülönböztették, mert a „nappalnak“ és az „éjnek“ véréről szólnak. Terracotta mintáik az ember szerveit ab-

¹ E fejezetben foglalt adataimat túlnyomó részben a következő két forrásmunkából merítettem: R. BURCKHARDT, Qesch. d. Zool., Samml. GÖSCHEN, Nr. 357, Leipzig, 1907, és W. A. LOCY, Die Biol. u. ihre Schöpfer, autoris. Übers. v. E. NITARDY, Jena, 1915.

rázolják és anatómiai tudást meg plasztikai érzéket árulnak el. HAMMDRABI törvénykönyveiből tudjuk, hogy állandó illetményű állatorvosaik voltak, ami fejlett állattenyésztésre vall. Itt tehát a biológiai tudományoknak p r a k t i k u s szempontból történt művelése és fejlesztése nyilvánvaló.

A s s z í r i á b ó l egy vadászatra vonatkozó feliratot ismerünk, a KR. előtti 884—860-ik évből. Ebből megtudjuk, hogy ASURNASIRABAL király Assurban sokféle élő állatot tartott, és megörökítette mind amaz állatok neveit, amelyeket akkor ismertek, de az elődök idejében fel nem jegyeztek. Később SARDANAPAL (körülbelül 670-ben KR. előtt) Assur városában tekintélyes állatkertet létesített. — Uruk városáról még a görög hagyományok idejéből tudjuk, hogy az orvosi tudományok műveléséről volt híres, s már 1980-ban KR. előtt nagy könyvtárral felszerelt egyetemi város volt.

Legfejlettebbek e kor biológiai ismeretei az e g y i p t o m i a k n á l. Anatómiai tudásukat nagyban fokozta a hulla-feldarabolás és a csontváz kikészítés, ennek azonban a később Núbiából bevándorolt bebalzsamozás szo-

kása véget vetett. Híres az EBERS-féle papyrus, kb. 1562-ből KR. előtt, mely az egyiptomi galacsinhajtó bogár (*Scarabaeus sacer* L.), a húslégy (*Calliphora erythrocephala* MEIG.) és a béka fejlődését (metamorphosisát) ismerteti. A hieroglyphpek használata már bizonyos rendszerezés nyomait árulja el. Gyakori ezek sorában az állatjelek alkalmazása. Harminc magasabbrendű állatot s vagy húsz élősdit ismertek; az utóbbiakkal az EBERS-féle papyrus behatóbban foglalkozik.

A zsidók biológiai ismereteiről az ó-testamentum és a talmud iratai nyújtanak felvilágosítást; a talmud-iratok kora nem állapítható meg pontosan. A zsidó bibliai teremtéstörténet alapja, az özönvíz története s a négy elemről szóló tan, nyilván babyloni eredetű, mert mindezeket a babyloniak már ismerték. Anatómia a zsidóknál nem volt, mivel a holtat tisztátalannak tartották. A bibliai teremtéstörténet csupán annyiból érdekes, hogy a teremtés sorrendje nagy vonásokban megfelel annak a transformistikus genealógiai törzsfának, amelynek ismeretét az Evolúció tanának, vagyis a törzsfelődés (phylogenesis) tudomá-

nyának köszönjük. Állattani ismereteik egyébként kizárólag praktikus jellegűek, s az étkezési törvényekkel függenek össze. A tudományos vizsgálódásnak, rendszerezésnek még a nyomát sem találjuk meg náluk; ez egyébként a legtöbb ázsiai népre jellemző sajátság. A zsidó „zoológia“ tehát magában véve egyáltalán semmit sem alkotott, csupán azáltal vergődött történelmi fontosságra, hogy elemeitja Jerezsténység átvette, s ezúton a múlt században az úgynevezett kultúrharc felidézője lett.

A keleti népek között még a k h í n a i a k említendőek, kiknél WU-WANG, a kínai TCHEN-dinasztia megalapítója, kb. 1150-ben KR. e. állatkertet alapított, mely még a KR. e. IV. században fennállott. Ma is nevezetes a kínaiak haltenyésztése, így pl. az aranyhalé (*Carassius auratus* L., kínai nevén „king-yo“), s ebből különböző, gyakran monstruózus alakokat hoztak létre (teleszkóphal és „Schleierschwanz“). Megemlítendő, hogy az aranyhalat valószínűleg 1728-ban — egyes szerzők szerint már 1611-ben — hozták be Európába. Annyi egészen bizonyos, hogy Mme DE POMPADOUR (1751—1764) idejében már importálva volt, mert XVI. LAJOS

híres courtsanejának ezzel az állattal mint ritka ajándékkal kedveskedtek.

Az elmondottakból kiviláglik, hogy a keleti népeknél, a babyloniak és az egyiptomiak kivételével, a biológiát voltaképen egyáltalán nem művelték, s biológiai vonatkozású irodalmi adataik kétségtelenül nem tudományos célú bűvárkodás eredményei. Ezzel szemben áll a hellén irányzat, amelyre a b i o l o g i a i ismeretek tervszerű gyarapítása jellemző.

A görög kutatók a zoológia terén főleg a tengeri fauna iránt érdeklődtek. Szem előtt tartották az anatómiai és fiziológiai mozzanatokot is. Ők az organikus világot a Világegyetem alkotórészeként állították be, és e természetes beállításban az organikus és az anorganikus világ közötti kapcsolatokat keresték, kidomborították azt a megegyezést, mely a kettő között sok tekintetben fennáll, de emellett mindenkor kellő figyelemben részesítették magukat a szerves lényeket jellemző tulajdonságokat is. A modern biológia főbb tételeinek lényegét már a görög filozófusoknál megtaláljuk. Így ANAXIMANDROS (610—547 KR. e.) az állatvilágot a tenger iszap-

jából származtatta, vagyis az organikusukat az anorganikusokból vezette le, s ez már az ő s n e m z ő d é s gondolatával azonos. Szerinte az ember is állatokból eredt, még pedig a halakból. Bármily naivnak látszik ez az állítás az első pillantásra, mégis mély phylogenetikai gondolkodásra vall, mert kifejezésre jut benne az e v o l ú c i ó gondolata, amely a legmagasabbban fejlett gerincest a legalsóbbrendű gerincesre vezeti vissza. A krotóni ALKMAÍON (VI. század KR. e.) már ismeri az összefüggést az agy és az érzékszervek között, és kísérleti úton is foglalkozik a fiziológiával. PHILOLAOS (V. század KR. e.) kimondja, hogy az értelem székhelye az agy, és nem a rekeszizom (diaphragma), mint azt a régi görögök hitték. EMPEDOKLES (V. század KR. e.) és más görög kutatók embryológiával is foglalkoztak. Az apolloniai DIOGENES (V. század KR. e.) a véredényrendszert ismerteti; fontos, hogy az először SERRES által szakszerűen formulázott s így az ő nevéhez fűződő b i o g e n e t i k a i a l a p t ö r v é n y t már ez a görög bűvár ismertete, mondván: egy a változásnak alávetett élőlény sem különbözhetik a másiktól anélkül, hogy előzőleg ne ha-

sonlított volna hozzá. DEMOKRITOS (szül. kb. 470-ben KR. e.) a természeti jelenségek okait kutatta, az életjelenségeket mechanista elvek alapján magyarázta, s így már az ókorban megalapítója lön a mechanista felfogásnak, mely a modern biológia igazi sarkköve. HERODOTOS és KTESIAS (V. század KR. e) az állatok felsorolása és ismertetése terén végzett számottevő munkát. A HIPPOKRATES-i orvosi iskola az ember és a háziállatok bonctanával és élettanával foglalkozott. Az anatómiai sajátságokat technikai termékekkel állította párhuzamba, fejlődéstannal (embryologia) és kísérletezéssel (experimentatio) is foglalkozott, párhuzamot vont a növényi, emberi és állati fejlődés között, evolúciós elméleteket alkotott, hirdette a legalkalmasabb egyének fennmaradásának tanát, amelynek az eszméje a DARWIN-féle természetes kiválogatódás („natural selection“) elvével azonos, továbbá a szerezett tulajdonságok átöröklődését, mely viszont LAMARCK tanának sarkalatos tétele. Végül még ARISTOTELES (384—322 KR. előtt) nagyszabású biolo-

giai munkássága emelendő ki. Ez számos kötetre rúg, s a megfigyelések gazdagsága tekintetében a KR. utáni XVI. századig egyedülálló, míg a biológia tudományos elveinek megalapozásában még a jelenkorban is rendkívül fontosnak bizonyul. ARISTOTELES műveiben az élő világot rendszertani (systematikai), összehasonlító-bonctani, élettani és fejlődéstani nézőpontból tárgyalja. Ő volt a rendszeren tudományának megteremtője. Írásaiban mintegy 520 különböző állatféleséget sorol föl; ezek a mai értelmezésben a nemeknek (*géné*) felelnek meg. LINNÉ fellépéséig (XVIII. sz.) ez az aristotelesi rendszer volt érvényben. Nagy kár, hogy a görög biológia, amely ilyen bámulatos eredményeket tudott felmutatni, a legfényesebb Ígéretekkel kecsegtetve a hellén élettudomány további fejlődését, halálát nyerte abban a sírban, melyet a PLATÓN (429—347 KR. e.) utáni kor etikai bölcselkedése és a sophistika ástak meg az egészséges természettudományos gondolkodás számára. Eből a korból csupán THEOPHRASTOS (kb. 372—287 KR. e.), ARISTOTELES tanítványa, és a kyrénéi KALLIMACHOS (IV. sz.

KR. e.) nevei említendők. Előzötől ered az ARISTOTELES állattana IX. kötetének tartott mű, ebben azonban messze elmarad mestere mögött. Az ó-görög biológia végvonaglásakor az anatómiai irodalom Alexandriában, majd később a kisázsiai Pergamonban hatalmas lendületet nyer. Emberi és állati hullákat boncolnak, s valószínű, hogy vivisectiót is végeztek. Az alexandriai iskola mesterei közül HEROPHILOSt (IV. és III. sz. KR. e.) és ERASISTRATOSSt (III. sz. KR. e.) kell kiemelnünk, míg a pergamoni iskola megalapítóia GALENOS (131— kb. 200 KR. u.) volt. Anatómiai és fiziológiai téren felfedezéseik korszakalkotóak.

A nagy római nemzet a csatatéren és a fórumon, a művészeteken és az élvezeteken kívül csupán a humaniorák iránt érdeklődött, s egy cseppet sem volt fogékony a biológiai tudományok iránt, úgyhogy e téren semmit sem alkotott. Sem LUCRETIUS CARUS (95— kb. 53 KR. e.) „De natura rerum“ c. tanítókölteménye, sem az idősb PLINIUSnak (született KR. u. 23-ban, megh. a Vesuv 79-iki kitörésekor, Stabiaeben) a természettudományokról írott 37 könyve nem tartalmaz bio-

logiai szempontból egyebet, mint ismert adatoknak a felsorolását, míg P. OVIDIUS NASO (43 KR. e.—16 KR. u.) töredékesen fennmaradt „Halieutica“-ja a Fekete Tengeren dívó halászatról szóló száraz verses elbeszélés. A római az élő világ iránt csak szórakozásainak és kedvteléseinek szempontjából érdeklődött. A vadállatokat az állatkertekben vagy az arénákban szemlélte, lakomáinál pedig flamingó-nyelvek és strucc-agyvelők meg más ínycségek szerepeltek. A biológiai tudományok a római kultúrában nem tudtak gyökeret verni, s a görögök értékes megállapításai a feledés homályába merültek. Így pl. a rendszerben az állatok természetes kapcsolatain alapuló felsorolása helyébe az állatnevek alfabetikus sorrendben történő enumeratiojának szomorú divatja lép. Ebben a teljes hanyatlásban találja a középkor az Élet tudományát. A biológia középkori műveléséről alig van mondanivalónk. Szt. ÁGOSTON (354—430) a természettudományokkal csak vallási és bölcséleti nézőpontból foglalkozik. Ismeretlen szerzőtől ered egy „Physiologus“ c. mű, mely eredetileg csupán a bibliai állatok felsorolásából állott, s későbbi kiadásai folyamán

bővült, de sok mondai elemet, keresztény és kabbalisztikus szimbolikát tartalmaz. Az orvosi tudományokat e korban az arabok, főleg AVICENNA (980—1037) és AVERRHOÉS (XII. sz. elejétől 1198-ig) művelik. ABUSOLEIMAN, EDRISI és KASWINI mint utazók említendők meg. Assisi Szt. FERENCnek (1182—1226) sok érzéke van a természet iránt. Benne az állatokkal szemben érzett szeretet hangja szólal meg, de tudományosan nem működik. A zoológiai, illetőleg anatómiai irodalomban ekkor két irányzat keletkezik: az arabok művelte akadémikus-dialektikus irány és a kereszténység művelte népszerű-misztikus irányzat. Az orvosi tudományok a XIII. században a bölcselő és kételkedő természetű HOHENSTAUFENI II. FRIGYES (1194—1250) császár égisze alatt új életre kelnek. A salerno-i orvosi iskola újra virágzásnak indul, s a nevezett uralkodó a nápolyi egyetemen 1240-ben kötelezővé teszi az orvostan-szakosok részére az anatómia hallgatását(1). A középkor végén a biológia lassanként újra föléled, még pedig ARISTOTELES műveinek tanulmányozása kapcsán. A természetvizsgálatnak nagy előnyére válnak az utazók, így

MARCO POLO, aki 1275 és 1292 között Ázsiát kutatja. A lángelméjű LIONARDO DA VINCI (1452—1519) az ember, a háziállatok s a növények morphologiai értékű ábrázolása terén is kimagasló érdemeket szerzett. Sokat lendített a biológiai kutatás terén, hogy, miután GUTENBERG 1436 táján a fémbetűkkel való nyomtatást feltalálta, HIPPOKRATES, ARISTOTELES, PLINIUS és GALENOS munkáit is kinyomatták, s ezáltal széles körben biztosították elterjedésüket. Biológiai tárgyak konzerválása tekintetében és az ábrázolás technikáját illetőleg, modern eljárásainak csirái ebből a korból származnak, amely kort, egyes ritka kivételektől eltekintve, az élettudomány művelése szempontjából általában határozotlan reproductív, és nem produktív jellegűnek mondhatjuk.

Ezután áttérek e történeti áttekintés utolsó szakaszára, az új-kor biológiai vívmányainak tárgyalására. Fölösleges mondanom, hogy e téren oly óriási anyaggal állunk szemben, hogy ehelyütt éppen csak a legfontosabb mozzanatokot ragadhatom ki.

Az emberi anatómia terén a belga ANDRÉ VÉSALE (1514—1565), eredeti vizs-

gálataira támaszkodva, halhatatlan érdeme-
ket szerzett. Munkája fiziológiai adatokat is
tartalmaz. Egyházi részről, sajnos, sok intri-
kának volt kitéve, s ez annyira hatott rá,
hogy néhány kéziratot meg is semmisített. Az
a megállapítása sem volt az egyháziaknak
ínyére, hogy a férfinek mind a két oldalán
egyenlő számú bordája van, jöllehet Ádám
egyik oldalának bordájából teremtetett Éva.
Az egyháziak ezenkívül egy sajátos, elpusztít-
hatatlan „feltámadási csontban“ hittek, amely
kérdésben VÉSALE már nem is nyilatkozott,
hanem ennek eldöntését az egyházra bízta.

EDWARD WOTTON (1492—1555) „De
differentiis animalium“ c. munkája ARISTO-
TELES óta az első r e n d s z e r t a n i kísér-
let. Művében anatómiai, fiziológiai és orvosi
kapcsolatokat is találunk.

Megemlítendőek még a zürichi CONRAD VON
GESNER és a bolognai ULISSE ALDRO-
VANDI állattani munkái, amelyek szintén a
XVI. században láttak napvilágot.

A vérkeringés fiziológiájának
lényegében való felismerését az angol WIL-
LIAM HARVEYnek (1578—1657) köszönjük.
Idevágó munkájában a szív anatómiáját és

működését is ismerteti. E művét 1628-ban Frankfurt a/M.-ban nyomatta ki. ő tőle származik a híres mondás is: „Omne vivum ex ovo“. HARVEY neve a fizológiában ugyanolyan fontos, mint amilyen VÉSALEé az anatómiában.

Mérhetetlen értékű haladást jelent az élettudomány terén a m i k r o s z k ó p feltalálása. A feltaláló személye még ma is vitás, nem tudjuk, hogy vájjon FONTANAt, GALILEIt vagy a JENSSEN testvéreket illeti-e ez a kultúrtörténeti szempontból korszakalkotó felfedezés. Tény az, hogy a XVII. század elején a holland DREBBEL javít a mikroszkóp szerkezetén, amelyet az említett század derekán már anatómiai vizsgálatokra használnak. A mikroszkóp feltalálása a XVII. század legnagyobb vívmánya. A XVII. század mikroszkópi kutatása terén a következő nevek tündökölnék felénk: RÓBERT HOOKE, NEHEMIAH GREW, MARCELLO MALPIGHI, JAN SWAMMERDAM és ANTON VAN LEEUWENHOEK.

HOOKE (1635—1703) egy okulár- és egy objektív-lencséből álló mikroszkóppal dolgozott, s 1665-ben vizsgálatairól 83 táblával

illusztrált művet tett közzé, a „Mikrographia“-t. Ez arról nevezetes, hogy többek közt a növényi sejtek ismertetését tartalmazza, melyeknek HOOKE a felfedezője, ő a sejteket „boxes“ vagy „cells“ névvel illette, úgyhogy a modern elnevezések: „cellula“, „Zelle“, „sejt“, stb. őreá vezethetők vissza. GREW (1628—1711) vizsgálatai a növényi szövettan (phytohistologia) alapjait vetették meg.

MALPIGHI, kinek szobra Bolognában látható, mint fiziologus és embryologus, legfőképpen pedig mint kiváló anatómus tűnt ki. Az emberbonctan és a bőr szövettana terén nagyszerű érdemei vannak. Ismerte a vérsejteket is. Rovaranatomiai vizsgálatai alapvető jelentőségűek.

SWAMMERDAM (1637—1680) nemcsak Hollandiának, hanem egész korának egyik legkiválóbb bűvára volt. Emberanatómiával és főként a rovarok bonctanával foglalkozott. Pompásan csiszolt lencsékkel főszerelt mikroszkópokkal és kitűnően köszörült bonckésekkel dolgozott. A vér- és nyirokedények viasszal való injiciálásának módszere tőle ered. Reggel 6

órától déli 12 óráig mikroszkopiái vizsgálatait a napon végezte, mert csak így sikerült neki kellő erősségű fényt nyernie, míg éjjente az írás és a rajzolás munkáját végezte. Összetört szervezetén erőt vett a vallási őrjöngés, jóllehet fiatal korában éppen nem mutatott erre hajlamot. ANTOINETTE BOURIGNON szerencsétlen vallásos művének hatása alatt még a tudományos kutatással is felhagyott, hiú, világias dolognak tartva azt, úgyszólván nagy-szerű vizsgálatait csak 57 évvel halála után adta ki BOERHAAVE „Bijbel der Natuur“ címen.

LEEUWENHOEK (1632—1723) már 3 lencséből álló mikroszkóppal is rendelkezett. Lencséit maga csiszolta, aminek következtében az az áhír terjedt el róla, hogy optikus volt. Mikroszkópjai egészen más típusúak, mint a HOOKE-féle, mert nincsen sem tubusuk, sem tükrük; 40-től 270-szeresig menő nagyításokat ért el. A londoni Royal Society-nek, melynek tagja volt, 26 sajtókészítményű mikroszkópot küldött, míg saját felszerelése 419 lencséből állott. HAMEN leydeni orvostan-hallgató figyelmeztetésére fölfedezi és leírja a hímcsirasejteket (ondósejtek, spermatozoa).

A Protozoákat (véglények) is ő fedezi fel, s ezeknek egyik rendje ez idő óta viseli az „I n f u s o r i a“ („ázalékállatok“) nevet. Fejlődéstani tekintetben praeformationista volt, s az ondósejtben kész lényt képzelt, amelyet le is rajzolt. Ez a régebbi irodalom kapcsán gyakran emlegetett „homunculus“. Megfigyeléseit levelek alakjában közölte tudóstársaival, így főleg a Royal Societyhez intézett számos levelet, úgyhogy e társaság 50 év leforgása alatt 375 levelet kapott tőle.

Az imént említett p r a e f o r m a t i o tanának CHARLES BONNET (1720—1793) és ALBRECHT VON HALLER (1708—1777) is hívei voltak, míg CASPAR FRIEDRICH WOLFF 1759-ben megjelent „Theoria Generationis“ című munkájában az ARISTOTELES és MALPIGHI által vallott e p i g e n e s i s álláspontjára helyezkedett. Eszerint a magzatban a későbbi szervezetek nincsenek meg miniatűr-kiadásban kezdettől fogva, mint azt a praeformatio hirdette, hanem csak a további fejlődés folyamán alakulnak ki. A mai kutatás azt mutatja, hogy a l é n y e g e t illetőleg mind a két felfogásnak van bizonyos jogosultsága és igaza,

habár alakilag természetesen az epigenetikus felfogás győzött. A HIPPOKRATES-től származó pangenesis elméletével is foglalkoznak. E theoria szerint a nemző-matériába a test minden részéből kerül bele anyag, s így történik az átöröklés. Az önálló kutatás és gondolkodás tehát, amint látiuk, ebben a korban már minden vonalon meeindul. A rendszertani kutatás terén JOHN PAY-nek (1628—1705) 1693-ban közölt botanikai és zoológiai beosztása említendő. A különböző nemzetek expedíciói és kutatói révén egyre szaporodnak a növényi és állati alajokra vonatkozó leírások. CARL VON LINNÉ (1707—1778) érdeme volt, hogy modern botanikai és zoológiai rendszerünk megalkotása révén rendet teremtett az ő korában már tekintélyes terjedelemre felszaporodott ismeretanyagban. „Systema Naturae“ c. művében megvetette a modern botanikai és zoológiai rendszer alapjait és behozta a kettős (binaer) nomenklatúrát. Utóbbi abban áll, hogy minden növény- és állatfaj két nevet visel; ezek közül az első a nemet (genus-t) jelöli meg, amelyhez az illető lény tartozik, míg a máso-

dik a f a j (species) nevét képviseli. A felosztás és rendszerezés LINNÉ óta az állati és növényi alakok rokonsága alapján, vagyis genetikai egységek szerint történik. A fajokon belül alfajokat (subspecies) és fajtákat (varietas) különböztethetünk meg; ezeknek neveit a fajéhoz csatoljuk, a faj, alfaj vagy fajta nevéhez annak a szerzőnek a nevét, illetőleg nevének rövidítését fűzve, aki azt legelőször leírta. Pl. *Rana esculenta* L. subsp. *r i d i b u n d a* PÁLL., ahol az „L.“ LINNÉ, a „PÁLL.“ pedig PALLAS nevét jelenti. A közelrokon fajok egy nembe, a közelirokon nemek egy alcsaládba (subfamilia), a rokon alcsaládok egy családba (família), a rokon családok egy főcsaládba (superfamilia), a rokon főcsaládok egy nemzetségbe (gens), a fokon nemzetségek egy alrendbe (subordo), a rokon alrendek egy rendbe (ordo), a rokon rendek egy alosztályba, illetőleg osztályba (subclassis és classis) és a rokon osztályok egy-egy törzsbe (phylum) foglalhatók össze. Az elnevezések módját a nemzetközi nomenklaturai szabályok határozzák meg. A binaer nomenklatura életbeléptetése LINNÉ „Systema Naturae“-jának X. ki-

adásával kezdődik, és a szerzők elnevezéseinek érvényessége, vagyis a prioritás is ettől az évtől, azaz 1758-tól fogva számít. — LINNÉ a fajok állandóságát hirdette („Species tot sünt, quot ab initio creavit infinitum Ens“), emellett azonban azt hitte, hogy kereszteződés révén új fajok keletkezhetnek. Később, 1763-ban, annak az evolucionista föltevésének adott kifejezést, hogy különböző fajok közös alapformákból származnak, ami természetesen ellentétben áll régebbi, téves, a fajok állandóságát hirdető kijelentésével. LINNÉ a természetben 3 országot különböztetett meg: „A kövek nőnek, a növények nőnek és élnek, az állatok nőnek, élnek és éreznek“ — monda. Jellemző, hogy a vallásos LINNÉnek már a XVIII. század derekán megvolt a bátorsága ahhoz, hogy az embert, a *Homo sapiens* L.-t, a legmagasabb emlősökkel: az emberszabású majmokkal együtt egy rendbe (*P r i m a t e s*) ossza be. Az ó-kor óta ő az első, aki az embert az állatrendszerbe beiktatja, azzal a megjegyzéssel: „Nosce te ipsum“.

A zoológia, az összehasonlító anatómia és később a származástan fejlődésének a XVIII.

és XIX. század francia zoológusai adtak óriási lendületet. Ezek közül GEORGES LOUIS LECLERC BUFFON gróf (1707—1788), JEAN BAPTISTE ANTOINE DE MONET Chevalier DE LAMARCK (szül. 1744-ben a Picardieban, meghalt 1829-ben Párisban), ÉTIENNE GEOFFROY ST. HILAIRE (1772—1844) és GEORGES LÉOP. CHRIST. FRÉD. DAGOBERT CUVIER báró (1769—1832) nevei emelendők ki. Nagyméretű munkásságuk méltatásába e helyen nem bocsátkozhatom, s csupán néhány különösen fontos részletre térhetek ki.

A lángelméjű JEAN DE LAMARCK, „Philosophie Zoologique“-ja révén, amelynek első kiadása 1809-ben jelent meg, a modern Evolúció, illetőleg a Transformismus tanának megalapítója lett. A szervezetben végbemenő változásokat, tehát a fajok átalakulását, a szervek használatára és a szerzett tulajdonságok átöröklődésére vezeti vissza, s ezzel a mechanista elveken nyugó lamarckizmus tanának veti meg az alapjait. Ennek a tannak az evolúció kutatása folyamán a legnagyobb fontosság jutott

osztályrészül. LAMARCKot akarata ellenére atyja az Amiens-i jezsuita kollégiumba adta, azzal a célzattal, hogy fia papi pályára lépjen. Atyja halála után a 17 éves abbé ott hagyta a kollégiumot és belépett a francia hadseregbe, azonnal Németországba ment, mely akkoriban hadszíntér volt, s mint gránátos-tiszt bátorságával s önállóságával tűnt ki. Sportolás közben egy ízben oly sérülést szenvedett, hogy alkalmatlan lett a katonai szolgálatra, s így vált LAMARCK orvosnövendékké és biológussá, míg 1779-ben a Francia Akadémia tagja, 1793-ban pedig a Jardin des Plantes-on (ez az elnevezés is az ő nevéhez fűződik) professzor lett. Öreg korában elvesztette szemevilágát, s ekkor CORNÉLIE nevű leányának mondotta tollba munkáit. A Jardin des Plantes-ban szobrot emeltek neki mint a Transformismus tana megalapítójának. E szobor pedestal-figurája CORNÉLIEvel együtt őt ábrázolja, alatta pedig ez a felírás olvasható: „La postérité vous admirera, elle vous vengera, mon pere“.

ÉTIENNE GEOFFROY ST. HILAIRE, ki már 21 éves korában professzor volt a Jardin des Plantes-on, a k ö r n y e z e t („monde

ambient“) hatásának fontosságát emeli ki az élő szervezetek változására nézve, s e tekintetben BUFFON gróf nyomait követi.

CUVIER báró a modern őslénytán (palaeontologia) és összehasonlító anatómia megalapítója. Fényes pályáját ST. HILAIREnek köszönhetette. Alapos megfigyelő, éleseszű kutató, akinek a szervek viszonyosságának (correlatio) tanát köszönjük, de zsenialitás és tudományos intuíció tekintetében messze elmarad LAMARCK mögött. Az utóbbinak tudományos ellenfele volt, mert CUVIER a fajok állandóságának ósdi elvéért küzdött, s ennek megmagyarázására a kataklysmaelméletet, vagyis a geológiai világcatastrófák biológiai vonatkozású emléletét állította föl. Nevezetes ama vitája, melyet 1830 aug. 19-én az evolucionista E. GEOFFROY ST. HILAIRE-rel folytatott a Francia Akadémián, s amely, sajnos, az akkor még nem kellően alátámasztott transformista felfogás teljes vereségével végződött. Ezt a vitát az evolucionista táborhoz tartozó agg GOETHE (1749—1832), ki egyúttal éleslátású, költői lelkületével sok nagy biológiai probléma helyes megoldását megérző természetvizsgáló volt, is

nagy érdeklődéssel kísérte, s e nagy kultúr-történeti jelentőségű harc jobban lekötötte a nagy „Entwicklungs-poet“ figyelmét és érdeklődését, mint az akkoriban Weimarba érkezett franciaországi „júliusi forradalom“ híre.

E. GEOFFROY ST. HILAIRE és CUVIER után a XIX. században még a kiváló francia biológusok egész sora következett, akiknek munkássága, habár ez főleg systematikai és leíró irányzatú volt, határkő gyanánt áll az Élettudomány történetében. Kár, hogy a latin fajú népek a biológiai kutatás terén jelen századunkban, általánosságban véve, már nem állanak azon a magas tudományos piedestalon, amelyen nagynevű elődeik állottak.

A kimagasló francia életbúvárok régi táborának egyik dicső alakja az ifjan elhunyt M. FRANCOIS XAYIER BICHAT professzor (1771—1801) is. „Traité des Membranes“ (1800) c. művével a modern szövettan (histologia) megteremtőjévé lett. 26 éves korában foglalta el Parisban az egyetem anatómiai professzúráját, s rengeteg bonctani és élettani közleményével elévülhetetlen érdeme-

ket szerzett. Őt egyúttal a kórszövettan megalapítójának tekinthetjük.

ERASMUS DARWIN (1731—1802), a nagy DARWIN nagyatyja, 1794-ben megjelent „Zoonomia“ című munkájáról híres. Ez 10 biológiai főmegállapítást tartalmaz. Bizonytalanul bár, de állást foglal a szerzett tulajdonságok öröklése mellett, fölállítja a „küzdelem törvényét“ (= CHARLES R. DARWIN „ivari kiválogatódás“-ával), s védőszínekről beszél. Munkája tehát, mely LAMARCK korszakalkotó művét, a „Philosophie Zoologique“-ot megelőzte, máris az evolúció tanára nézve fontos mozzanatokat tartalmaz, de nem valószínű, hogy LAMARCKra hatással lett volna, mert a nagy francia, úgy látszik, E. DARWIN könyvét nem ismerte.

A modern embryologia megalapítója ERNST CARL VON BAER, orvosdoktor, ki rendkívül sokoldalú volt, és régészettel, nyelvészettel, földrajzzal s embertannal (anthropologia) is foglalkozott.

A modern élettan (physiologia) JOHANNES MÜLLER (1801—1858) bonni, majd berlini kiváló anatómus- és fiziologus-professzort tekinti mesterének, míg a botanikus

JÁKOB MATTHIAS SCHLEIDEN (1804—1881) és a zoológus THEODOR SCHWANN (1810—1882) a modern sejttan (cytologia) megalapozói.

Az élő anyag, vagyis a protoplasma kutatásának terén az előbb említett nagynevű francia kutatók sorába tartozó FÉLIX DUJARDIN (1801—1860), a Rennes-i egyetem professzora — ki eredetileg tehetséges festőművészeknek indult, majd anyagi körülményeinek kényszerhatása alatt mérnökké lett, hogy végül mint kiváló biológus találja meg igazi hivatását — említendő meg legelőször, ő írta le elsőként, 1835-ben, a tengeri egysejtűeknél. az élet-hordozó anyagot, s azt őssarcodé-nak nevezte, megkülönböztetvén más hasonló nyálkás anyagoktól, ismeretvén egyúttal a sarcodéban lejátszódó szemcse-áramlásokat. Azonban a növényi sejtekkel való analógiát, helyesebben szólva: a növényi és állati sejtek ama közös jellemvonását, hogy mind a kettőben lényegileg ugyanaz az alapanyag végzi az életműködéseket, még nem ismerte föl. Habár a protoplasmát s annak áramló mozgásait már régebbi szerzők, ú. m. ROESEL VON ROSEN-

HOF 1755-ben az *Amoeba proteus* L-nél, a növényeknél pedig CORTI 1772-ben, MEYEN 1827-ben és RÓBERT BROWN 1831-ben megfigyelték, mégis DUJARDINT tekinthetjük, vizsgálatainak természete folytán, a *protoplasma* felfedezőjének. A *protoplasma* fogalmát a mai értelemben 1840-ben J. E. PURKINJE tisztázta „Über die Analogien in den Strukturelementen des pflanzlichen und thierischen Organismus“ c. nagyjelentőségű munkájában. HUGÓ VON MOHL (1805—1872), berni, majd ttingeni professzor, a növényvilágban tanulmányozta az élet elemi anyagát, s egy idevágó 1846-ban megjelent munkájában ezt az anyagot, annak élettani működésére való hivatkozással, *protoplasma*-nak nevezte el; ez az elnevezés a biológiában ma már általánosságban elterjedt és elfogadott, jöllehet az elsőség DUJARDIN — kétségtelenül sokkal kevésbé találó és jellemző — műszavát, a *sarcodé*-ot, illetné. Az állati „*sarcodé*“ és a növényi „*protoplasma*“ megegyezését határozottsággal 1850-ben egy akkoriban 22 éves fiatal bűvár, FERDINÁND COHN (1828—1898), mondotta ki; szerinte a kettőt „wenn

vielleicht nicht als identische, so doch in jedem Falle als im höchsten Grade analogé Substanzen“ kell tekintenünk. COHN botanikus volt, de amellet az állati protoplasmát is mesterileg jellemezte. A protoplasma-vizsgálatok szilárd alapját azután a nagytudású és zeneművészi tehetségéről híres MAX SCHULTZE (1825—1874), „a modern biológia atyja“, vette meg 1861-ben.

Ezek után meg kell még emlékeznünk a transformismus, az Evolúció eszméjének végleges diadalrajuttatójáról, CHARLES ROBERT DARWINról, ki 1809-ben Shrewsburyban született, s London közelében fekvő birtokán, Downban halt meg 1882-ben, amikor is a tudományt megbecsülő Anglia, a nemzet halottjának tekintve, porait a Westminster-i apátságban helyezte örök nyugalomra. Először orvostanhallgató volt Edinburghban, de mivel az előadásokat „hihetetlenül tompaelméjúek“-nek találta, atyja tanácsára két félév letelte után otthagya Edinburghot, hogy a cambridgei Christ's College-en teológiát hallgasson; itt nyerte el a „Divinitatis Doctor“-i oklevelet. Már akkoriban is foglalkozott a természettudományok-

kai, amidőn pedig 1831-től 1836-ig a „Beagle“ nevű hajón FITZROY kapitány felszólítására egy trópusi expedíción mint annak természetbúvára résztvesz: bő tapasztalataival megveti későbbi, óriási horderejű irodalmi munkásságának alapjait. Első munkája a „Beagle“-en tett utazásának eredményéről számol be, és „Voyage of a Naturalist“ címen jelent meg. 1845-ben e művének második kiadását rendezte sajtó alá. Legfontosabb könyvei: „The Origin of Species by means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life“, melynek első kiadása 1859-ben jelent meg, s R. BURCKHARDT szerint még a megjelenés napján elfogyott, „The Variations of Animals and Plants under Domestication“ 1868, „The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex“, 1871 (I. kiadás).¹ Transformista tanának, a darwinizmusnak, főbb elvei: A faj változó; a fajok fokozatos fejlődés révén más fajokból eredtek, s rokonsági kapcsolataikat szervezettségük alapján állapíthatjuk

¹ Utazásáról, a fajok eredetéről és az ember származásáról szóló művei magyar fordításban is megjelentek.

meg. Az egyes fajokon a fajok alá tartozó szűkebb rendszertani egységek keretein belül bizonyos, különböző okokra visszavezethető és különböző biológiai értékű egyéni változások, vagyis *variációk*, figyelhetők meg. A mesterséges tenyésztésnél (*domesticatio*) a tenyésztő *kiválogatás* (*selectio*) útján tenyészt ki bizonyos alakokat (*variációkat*). Ugyanez történik meg a szabad természetben is, mert a létért való küzdelemben a kevésbé életképes alakok (*variációk*) elpusztulnak, míg az életképesek fennmaradnak, s ilvmódon az életképes egyének, illetőleg alakok egymásközt szaporodva, tulajdonságaik öröklődése folytán, a legalkalmasabb, legéletképesebb formákat tenyésztik ki: ez a *természetes kiválogatódás* (*Natural Selection*) a létért való küzdelem (*Struggle for Life*) alapján. Van ezenkívül még *ivari kiválogatódás* (*Sexual Selection*) is; ez abban áll, hogy valamelyik ivar (rendesen a hím) egyénei egymásközt küzdelmet folytatnak („*struggle between the individuals of one sex*“), a másik ivarhoz tartozó egyének birtoklásáért, s a gyengébb példányok e harc következtében a nemzés terén

háttérbe szorulnak, úgyhogy ezek csak kevés utódot hagynak hátra, avagy utódok nélkül múlnak ki. Az ivari kiválogatódás következményeiben az egyénre nézve kevésbé szigorú, általánosságban pedig csekélyebb horderejű, mint a természetes kiválogatódás. A szervek használata (use) és nem használata (disuse) rendkívül fontos új formáknak, azaz új rendszertani egységeknek a variációk keretében történő keletkezésében, s ilyen esetekben sokszor nagyon nehéz azt eldönteni, hogy az egyik vagy másik sajátság rögzítése körül milyen szerep jutott a természetes kiválogatódásnak. Ehelyütt megjegyzendő, hogy DARWIN mindenkor a legnagyobb körültekintéssel és óvatossággal kezeli a fajformálódás tényezőinek kérdését, s hogy a teljes általánosításoktól tartózkodik. DARWIN tana egészen más színben tűnik fel a mester eredeti műveiben, mint ahogyan azok egyes túlbuzgó szaktársai tudományos és népiesítő munkássága folytán a nagyközönség tudatába átmentek. DARWIN maga nem hirdette a kiválogatódás „mindenhatóságát“, mint ahogyan azt az úgynevezett ultradarwinisták tábora tette, s ha DARWIN műveit figye-

lemmel olvassuk, megállapíthatjuk, hogy ő mindenkor nagy fontosságot tulajdonított úgy a LAMARCK, mint a BUFFON, ill. E. GEOFFROY ST. HILAIRE által megállapított szerveződési tényezőknek. Az ultradarwinisták egyoldalú elfogultságából DARWIN tanában mit sem találunk. Míg LAMARCK transformista fejtegetései inkább a génie intuícióján alapulnak, addig DARWIN tana óriási méreteket öltött tapasztalati anyagra támaszkodik. Qyomorbaja következtében állandóan betegeskedett, de azért szorgalommal folytatta bűvárkodásait. DARWIN mint ember közbecsülésnek és közszeretetnek örvendett; otthonában gyengéd és figyelmes volt, s gyermekeinek ő volt a legjobb játszótársa, munkaidejét azonban szigorúan betartotta, s ebben az időben nem volt szabad őt háborgatni. Jól tudták ezt gyermekei, s egyik fia, ki akkoriban mintegy négyéves volt, egy alkalommal egy sixpencet ajánlott neki azért, hogy munkáját hagyja abba, s jöjjön vele játszani. „Jól ismertük“, írja egyik leánya, „a munkaidő szigorát, de hogy valaki sixpencenek ellentálljon, azt egyszerűen lehetetlennek tartottuk.“

DARWINnal egyidejűleg, de tőle függetlenül egy másik angol bűvár, ALFRÉD RUSSEL WALLACE (1823—1913), is rájött a természetes kiválogatódás eszméjére, s kis híja volt, hogy a tartózkodó, óvatos DARWINt elméletének közzétételében meg nem előzte. WALLACE vetette meg a modern állatföldrajz (zoogeographia) alapjait.

DARWIN tanainak követői közül főleg az angol THOMAS HENRY HUXLEY (1825—1895),¹ a német AUQUST WEISMANN (1834—1914), a „Germinalselektion“ és a csiraplasma elméletének megalapítója, meg az ugyancsak német ERNST HAECKEL (1834—1919)² említendők.

A darwinizmus tanának túlzó alkalmazásából fakadt elméletekkel szemben, melyek a természetes kiválogatódást a fajkeletkezés mindenható, legfőbb tényezőjeként állították oda, THEODOR EIMER (1843—1898) tübingai

¹ A mi irodalmunkban Dr. PONGRÁCZ SÁNDOR „Huxley“ című szép megemlékezésében méltatta a nagy angol halhatatlan érdemeit (Állattani Közi., XXIII., Budapest, 1925, 105—109. old.).

² V. ö. Dr. PONGRÁCZ SÁNDOR, Megemlékezés Haeckel Ernőről. (Természettud. Közi, LIII., Budapest. 1921, 321—327. old.)

professzor, az orthogenesis, vagyis a belső okok által határozottan irányított fejlődés („organisches Wachsen“) tanának kiépítője, szállott sikeresen síkra.

Az orvosi tudományokat illetően J. M. CHARCOT (1825—1893) az ideggyógyászat, TH. BILLROTH (1829—1894) a sebészet, A. NOTHNAGEL (1841—1905) pedig a belgyógyászat terén szerzett kiváló érdemeket, míg SEMMELWEIS IGNÁC (1818—1865) a gyermekági-láz leküzdésével kötelezte örök hálára az emberiséget.

GREGOR MENDEL (1822—1884) brünni apát a modern örökléstannak megalapítója. Kísérletei számos pontban igazolták WEISMANN lángelméjű örökléstani fejtegetéseit, úgyhogy ezek révén a modern mikroszkopiái technika haladása folytán az elméletek világából az élettudományi tények sorába léptek.

LOUIS PASTEUR (1822-1895), RÓBERT KOCH (1843—1910) és Sir JOSEPH LISTER (1827—1912) a bakteriológiai¹ kutatás megalapozói. Ezek közül PASTEUR oly nép-

¹ A baktériumokat legelőször a már említett holland LEEUWENHOEK írta le 1687-ben.

szerűségnek örvendett, hogy midőn 1907-ben a „Petit Párisién“ olvasóit az egész országban felszólította arra, hogy az utolsó század nagynevű franciáinak jelentőségére vonatkozólag adják le szavazataikat, 1,338.425 szavazattal mint győztes került ki, míg második helven, százezernél több szavazattal, VICTOR HUGÓ, a franciák közkedvelt költője és írója, állott.

HUGO DE VRIES holland bűvár, növényeken végzett örökléstani kísérleteire támaszkodva, fölállította a „m u t á c i ó s e l m é l e t e t“; ez a fajkeletkezést ugrásszerűen fellépő és öröklés útján rögzítődő variációkra vezeti vissza.

WILHELM ROUX (1855—1924) — a szervezet részeinek egymás között folytatott küzdelméről szóló elmélet szerzője — a f e j l ő d é s m e c h a n i k a tudományának a megteremtője, s e réven a k í s é r l e t i állattan fejlődésére óriási befolyást gyakorolt.

Az orosz WOLDEMAR KOWALEVSKY (1843—1883), LOUIS DOLLO bruxellesi professzor és OTHENIO ÁBEL bécsi professzor a palaeobiológiai (ősélettudományi) kutatás alapjait fektették le. E helyen említendő meg,

a számos amerikai bűvár közül, HENRY FAIRFIELD OSBORN professzor, az American Museum of Natural History (New York) elnöke, továbbá, az európai szakemberek köréből, NOPCSA FERENC báró, a M. Kir. Földtani Intézet igazgatója, és a müncheni EDGÁR DACQUÉ professzor.

A XIX. és XX. század kiváló biológusainak oly nagy a száma, hogy e helyen már csupán csak néhány szerző nevét ragadhatom ki:

K. A. VON ZITTEL (1839—1904), CHARLES DEPÉRET és CH. D. WALCOTT, aki Amerika és Khína legrégebb (praecambri) rétegeinek kövült állatvilágát tanulmányozta, az őslénytán (palaeontologia) terén, EDUÁRD STRASBURGER (1844—1912), W. PFEFFER (1845—1918) és ADOLPH ENGLER a botanikai kutatás területén, RICHÁRD VON HERTWIG, T. J. PARKER és W. A. HASWELL általános állattani munkásságuk folytán, AUJESZKY ALADÁR és HUTYRA FERENC a bakteriológia terén, OSCAR (1849—1923) és GÜNTHER HERTWIG az általános biológia modern kiépítésében, Sir RICHÁRD OWEN (1804-1892), A. ECKER (1816-1887), KARL

OEGENBAUR (1826—1903), C. B. BRÜHL (1820—1899)¹ E. GAUPP, R. VIRCHOW (1825—1903), R. WIEDERSHEIM, MAX FÜRBRINGER, JAN VERSLUYS, A. RAUBER, F. R. KOPSCH és LENHOSSÉK MIHÁLY az anatómia körébe vágó bűvárkodásuk révén, BROWN-SÉQUARD (1818—1894), E. DUBOIS-REYMOND (1818—1896) és a kondicionizmus tanának megalapítója, MAX VERWORN (1863—1921), fiziológiai téren, A. PRENANT, P. BOUIN, L. MAILLARD, E. B. WILSON, APÁTHY ISTVÁN (1860—1923), S. RAMÓN y CAJAL, K. C. SCHNEIDER, M. HEIDENHAIN és F. MAURER sejt- és szövettani munkáik útján, HANS PRZIBRAM, PAUL KAMMERER, BERNH. DÜRKEN, E. STEINACH és SERGE VORONOFF a kísérleti állattannal kapcsolatos vizsgálataikkal, W. KOBELT, TH. ARLDT, HEINRICH SIMROTH (1851—1917), ALFRÉD WEGENER és R. HESSE pedig az élőlények (főként állatok) idő-, illetőleg térbeli elterjedésének tanulmá-

¹ A BACH-korszakban a pesti egyetem tanára volt. Az ő tanárkodása idejéből származik a budapesti egyetem Zoológiai és Comparatív Anatómiai Intézetének értékes összehasonlító bonctani gyűjteménye.

nyozása tekintetében szereztek elévülhetetlen érdemeket. Széleskörű természettudományi kutatást fejtett ki KITAIBEL PÁL (1757—1817), a tellúr felfedezője,¹ akit főként magyar vonatkozású botanikai munkái tettek híressé.

Az élettudomány magyar bűvárai közül JENDRÁSSIK ERNŐ orvosprofesszor (1858—1921) főként idegtannal foglalkozott, idősb ENTZ GÉZA professzor (1842—1919) leginkább az egysejtűeket, továbbá a mimikry-kérdést s az élő protoplasma szerkezetét² tanulmányozta; LŐRENTHEY IMRE (1867—1917) professzor, aki fiatal korában ZITTEL-nél dolgozott, később számos őslénytani munkával gazdagította szakirodalmunkat, s az őslénytantak hazánkban is önálló, a földtantól független műveléséért küzdött; MÉHELY LAJOS professzor főként rendszertani, bionómiai és származástani irányban végzett elismerést érdemlő munkásságot. ZIMMERMANN ÁGOSTON professzornak többek közt a házi emlő-

¹ L. Dr. INCZE GYÖRGY, Ki a tellúr igazi felfedezője? Szabad Egyetem, III., Budapest, 1926, 19—22. old.

² V. ö. Dr. ABONYI SÁNDOR, Az Entz-féle cytofánokról, Állattani Közi., XXII., Budapest, 1926, 18—35. old., és 1 Táb.

sők bonctanáról és fejlődéstanáról szóló első magyar nyelvű kézikönyveket köszönjük, SOÓS LAJOS pedig a spermatologia terén végzett érdemes munkát és az első számottevő magyar állatrendszertan nemrégiben megjelent két kötetét írta meg, míg KORMOS TIVADAR és LAMBRECHT KÁLMÁN Magyarország fosszilis gerinceseinek kikutatása és feldolgozása terén mind rendszertani, mind állatföldrajzi tekintetben nagyértékű eredményekhez jutott. JURÁNYI LAJOS (1837—1897) és DEGEN ÁRPÁD botanikai téren tűnnek ki.

Az egyes növény- és állatcsoportok bonctani, származástani, elterjedési és más élettudományi viszonyainak tanulmányozása terén még számos hazai bűvárunk teljesített jeles szolgálatokat, e részlettanulmányok méltatásába azonban sem a belföldet, sem a külföldet illetőleg nem bocsátkozhatom, s épp így kell eltekintennem az orvostudományok művelésében elért nagyjelentőségű részlet-eredmények felemlítésétől is.

Láttuk az élettudomány egyes szakainak s azok ágainak történelmi fejlődésmenetét, a legrégebb kortól fogva a jelen korig, megismertük a biológiai kutatásban kialakult leg-

főbb irányzatokat, amelyek egyúttal világot vetnek az illető korok szellemére. A történeti fejlődés e nagyon is szűkre szabott áttekintése alapján, vagyis a fő genetikus mozzanatok megismerése révén, közelebb jutotunk az élettudomány modern standardjének megismeréséhez és megértéséhez. Arra törekedtem, hogy ilymódon az olvasó és tárgyam között megteremtsem a szorosabb kapcsolatot és kiküszöböljem azt a bizonyos idegenkedést és megnemértést, amellyel az élettudományi módszer elhanyagoltsága folytán egyes országokban, így sajnos hazánkban is, a nagyközönség az élettudományi kutatásokat fogadja. Ez utóbbi jelenség okát nem egyszer a szűk látókörű és túlságosan anyagias gondolkodásban, végelemzésben tehát a középiskolai oktatás hibás módszerében leljük.

A biológia fejlődése — amelynek útja a leíró módszertől az oknyomozáshoz, a nagy természeti egységek tanulmányozásától a különösüléshez (*specialisatio*) vezet, hogy a nagymennyiségű részlettanulmányból leszűrt tapasztalatok révén megint kiterjedtebb, álta-

lánosabb érvényű szerveződési törvényszerűségek és szabályok megállapításához jusson, analysist és synthesist, elméleti és gyakorlati nézőpontokat egyaránt egyesítve magában — érdekes fényt vet az emberi gondolkodás történetére. Ebből a szemszögből tekintve a dolgot, részben elég szomorú képet nyerünk. ARISTOTELES fellépte után egy körülbelül 1800 évig tartó megállás, illetőleg hanyatlás kora következik, s erre csekély kivétellel a biológiai vizsgálódás terén általában véve az egyéni gondolkodásra való képtelenség jellemző. Az epigonok legfeljebb nagy elődek szellemi termékein élőködnek, s ezek magyarázgatására szorítkoznak, de emellett nem igen ismerik fel e szellemi nagyságok munkájának módszertani és lényegbeli értékét. Csak a KR. u.-i XVI. században kezd ismét derengeni az öntudatos biológiai vizsgálódás, még pedig az ARISTOTELEShez való visszatérés alapján. Majd hirtelen bekövetkezik az evolúció egy „aktív fejlődési periódusába“ kerülő fajokra jellemző, szédületesen gyors fejlődés. Ez is biológiai jelenség tehát, éppen úgy, mint ahogy a történelem, a nyelvészet, a ré-

gész et és a néprajz is a maga egészében a biológia tárgykörébe tartozik, mert hiszen az ember csak olyan tagja a szerves világnak, mint bármely más élőlény, s azok a tudományok, melyek a kulturált ember etnológiáján (szokástan, „science des moeurs“) és oekológiáján („science des conditions d'existence“) alapulnak, szükségszerűleg ugyanúgy a biológia keretébe tartoznak, mint pl. a primitív „vad“ népek, a majmok és a hangyák vagy méhek etnológiája és oekológiája. A biológiai képzettség és a biológiai módszer alkalmazása e tudományok terén igen hasznosnak bizonyul, mint ahogy ezt NOPCSA FERENC báró albán monografiájának az albán jog fejlődéséről s Albánia régészetéről és néprajzáról szóló műveiben fényesen beigazolja. Kár ez ellen a logikus megismerés ellen küzdeni, és kár, ha ez a megismerés „derogál“ egyes biológusoknak mint az „exakt“ tudományok képviselőinek, vagy ha „nincsen ínyére“ vagy „nem rokonszenves“ egyes humanistáknak, mert mindez a tényleg mitsem változtat. A kor szelleme, a tudomány haladása, vagyis a biológiai

törvényszerűség, rákényszerít bennünket erre a beismerésre, akár tetszik, akár nem. Fölösleges megemlítenem, hogy a nem éppen minden vonalon jó hírnévnek örvendő szociológia is — a fenti okoknál fogva — az élettudomány keretébe tartozik.

*„Heil'ge Ordnung, segenreiche
Himmelstochter, die das Gleiche
Frei und leicht und freudig bindet“.*

SCHILLER,

Das Lied von der Clocke.

A Biológia felosztása.

Az élettudomány részben az élőlények fő szervezetségi princípiumai, részben pedig ama szempontok alapján, amelyek szerint azoknak vizsgálatát, illetve tanulmányozását megejthetjük, számos tudományágra tagozódik. E tudományágak számának növekedése természetszerűen egyes arányban áll a kutatás terén történő specializálódással. Régente biológia alatt egyes szerzők csupán az állatok és növények életmódjára vonatkozó bűvárlatokat és ismereteket értették, tehát voltaképpen a fönntemlített ethológiát és oekológiát együttvéve. Ma azonban a biológiának ez az értelmezése teljesen kiveszőben van, s legfőljebb itt-ott, népies jellegű, közleményekben, találkozunk a terminus ilyen értelmezésével. Általában véve azonban úgy szigorúan tudományos, mint pedig a

nagyközönség részére írt dolgozatokban és munkákban ma már a „biologia“-terminus abban az értelmezésében használatos, amelyet e helyütt, a bevezető részben, a biológia tárgyról és fõladatáról szólva, ismertettem, s amelyhez, mint az egyedül helyes értelmezéshez, mindenkor ragaszkodnunk kell. Az élettudomány fogalma és keretei e tudomány fejlõdése folyamán nem fognak megszorítást szenvedni, sõt ellenkezõleg, bõvülni fognak, mint azt a humaniórákra vonatkozó felfogásom kifejtése alkalmával is láthattuk. Bármily változatosságot árulnak is el az élõlények nagy összességének egyes tagjai, bármily nagy különbség van is az egyetlen sejtébõl álló véglény, a komplikált szervezetû rovar, ember és növény között, e szervezetek leglényegesebb és legfontosabb, mondjuk vitális sajátosságai mégis közösek maradnak, fokról-fokra kapcsolva egybe az organikus világ különféle tagjait egy egységes nagy komplexussá. Az élõlények tanulmányozásakor tehát a szerves egység szempontjának kell érvényesülnie, s nem szabad a fáktól az erdõt szem elõl tévesztenünk. Ennek az egységes és természete.s szempontnak az érvényesülését és

megóvását szolgálja az, ha az élő szervezetekre vonatkozó összes tudományokat egy közös nagy egységben, vagyis az élettudomány keretében foglaljuk össze.

A biológia egyes ágainak s ez ágak alágainak felsorolásából akár egy kötet is kitelnék, itt tehát csak néhányat, a legfontosabbakat, fogom főlemlíteni. Az élettudomány két főrésze oszlik: növénytan (botanika) és állattan (zoológia). Az élőlényeknek szerveződési princípiumaik szerint történő fölosztása, amely genetikai, vagyis rokonsági kapcsolatokat tart szem előtt, a rendszertan (systematika) tudománya. A rendszertani osztályozás csak akkor helyes, ha a rendszer (systema) természetes, azaz nem önkényesen választott jellegek megegyezése, hasonlósága vagy különbözősége alapján történik, hanem származástani összefüggésekre, vagyis eredetbeli összetartozásokra támaszkodik. A rendszertan ismét számos ágra tagozódik, a tárgyalt növényi és állati csoportok szerint. így pl. az állattannak az az ága, amely az emlősökkel foglalkozik, emlős tan (mammalogia); viszont az emberrel foglalkozó ágát embertannak

(anthropologia) nevezzük. Az embertannak megint számos ága van, aszerint, hogy milyen szempontból foglalkozunk az emberi szervezettel; így pl. megkülönböztethetünk emberb o n c t a n t (anthropotomia), s ez éppen úgy, mint a bonctan (anatómia) általában, ismét számos ágra oszlik, aszerint, hogy milyen szervek felépítésével foglalkozik, pl. c s o n t t a n (osteologia), i z o m t a n (myologia), z s i g e r t a n (splanchnologia), ideg tan (neurológia), stb.; a bonctan valamely szerv vizsgálati módjának szempontjából három részre oszlik: a l a k t a n r a (morphologia), sejt t a n r a (cytologia) és s z ö v e t t a n r a (histologia). Az embertanhoz tartoznak a különböző or vo si s zakok is, pl. az ember él e l l a n (antropophysiológia), a k ó r t a n (pathologia), a k ó r - o k t a n (aetiologia), a g y ó g y á s z a t (therapia), a g y ó g y s z e r t a n (pharmacologia), a b e l g y ó g y á s z a t (medicina interna), a m ű t é t t a n (chirurgia), stb., stb., amelyek ismét számos speciális ágra tagozódnak. Ezt a vizsgálati tárgy és szempont szerint történő tudományos tagozódást megtaláljuk az állattan többi ágának keretén belül is, valamint — a megfelelő mó-

dosításokkal — a növénytanban. Minél tökéletesebben ismert valamely szervezet, s minél több szempontból történt annak vizsgálata, annál több speciális tudományág keletkezett a reá vonatkozó tanulmányok folyamán. Ezt az embertannál látjuk a legjobban, amelyhez nemcsak az emberfajok és -rasszok származástani, bonctani és rendszertani kutatása tartozik, hanem egyúttal az imént említett orvostudományok, valamint a néprajz, a történelem, a nyelvészet, a régészet, sőt részben még az irodalom és a művészetek is. A megokolás igen egyszerű: csak úgy ismerhetjük meg igazán az emberi cselekvések rugóit, és csak úgy elemezhetjük az emberi alkotásokat okfejtőleg, ha az *i n d í t ó - o k o k a t* keressük, már pedig ezek az emberi *s z e r v e z e t a l k a t á b a n* és *m ű k ö d é s é b e n* rejlenek. Minden tudományos módszertannak tehát az élettudományi megismerés a végső alapja, „*γνώτι σεαυτόν*“ mondták a régi görögök, és „*Nosce te ipsum*“ monda LINNÉ — amidőn az embert a rendszerben az emberszabású majmokkal együtt egy közös rendbe osztotta be!

Az élettan (physiologia) a szervezetben végbemenő működéseket és azoknak okait tanulmányozza, kémiai és fizikai alapon. A fejlődéstan (ontogenesis) az egyén fejlődését, szöveteinek és szerveinek kialakulását kíséri figyelemmel a fogamzás (conceptus) megtörténtétől fogva egészen az aggkor (senilitas) végével beálló halálig; a fejlődéstanban két fő-fázist szoktunk megkülönböztetni, úgy mint az e m b r y o n á l i s kort, a fogamzástól a születésig (vagy álcából [= szabadon élő embriók] fejlődő állatok esetében az átalakulás [metamorphosis] befejezéséig), és a p o s t e m b r y o n á l i s kort, a megszületéstől (illetve az átalakulástól) a halálig. A t ö r z s f e j l ő d é s (phylogenesis) tudománya a fajok s általában a kisebb-nagyobb rendszertani csoportok egymásból való kialakulását, származástani kapcsolatait kutatja. Fontos végül még a b i o n o m i a (ó *\$iog* — az élet, ó *vófxog* = a törvény); ez az élő szervezetekben végbemenő változások o k a i t és az e változásokban megnyilvánuló törvényszerűségeket, az é l e t t ö r v é n y e k e t tárgyalja.

Valamikor a botanika és a zoológia mellett

még a paleontológia, azaz őslénytana is mint független tudományág szerepelt. A botanikusok és zoológusok zöme nem igen törődött a kövületekkel, vagyis a Föld különböző rétegeiben található olyan szerves zárványokkal, amelyek a maiaktól eltérő térszíni és klimatológiai viszonyok között keletkeztek.¹ Így a kövületek (fossziliák) tanulmányozása túlnyomó részben a biológiai képzettséget nélkülöző geológusok kezében volt, akik gondtalanul és büntetlenül „gyártották“ az „új fajokat“. Ezek a „geopalaeontológusok“ sokat ártottak az őslénytannak komoly, tudományos jellegének, amíg azután lassanként ismét át nem siklott a palaeontológiai kutatás azoknak a kezébe, akiktől kiindult: a botanikusok a phytopalaeontológiát, a zoológusok pedig a zoopalaeontológiát vették szakszerű művelésbe. Nem is lehet az őslénytant, mint ilyent, a botanikától és a zoológiától elválasztani, mert utóbbiaktól csupán csak a dolog természetéből önként adódó egyes módszertani részletek tekintetében különbözik. Egy angol bűvár már régebben találóan mutatott rá arra

¹ Ez a kövületnek LŐRENTHEY IMRE professzor alkalmazta találó meghatározása.

a tényre, hogy a fosszília azért, mert kőben rögzített, helyett, hogy pl. borszeszben lenne konzerválva, lényegileg még nem más, mint valamely ma élő (recens) alak. A biológiai módszerrel történő palaeontológiai kutatás, vagyis a palaeobiologia, amely a kövületet nem holt anyagként, hanem, homológiákra és analógiákra támaszkodva, élő szervezet gyanánt kezeli, most már végérvényesen egészséges és természetes vágányra terelte az őslénytani bűvárkodást, habár kissé kényelmetlen lesz némelyekre nézve, hogy manapság a paleontológiával foglalkozónak még histológiát, fiziológiát, sőt pathológiát is kell tudnia!

*„Inda oufra muita terra se te esconde,
Até que venha o tempo de mostrar-se“.*
(*„Sok föld van arra még homályba zárva,
Jő majd idő, hogy fény hasad ködébe.“*)

*CAMOES,
Os Lusíadas, canto X., est. 131.*

Mi az Élet?

Miután az élettudomány tárgyával, feladataival, történeti fejlődésével és egyes ágakra való tagozódásával tisztába jöttünk, áttérek a legfontosabb és általános érvényű életjelenségek és -sajátságok tárgyalására. Az élettel foglalkozván, mindenekelőtt tudnunk kellene, hogy mi is az élet? **M e g h a t á r o z á s r a** van szükségünk, de e meghatározás megadása éppoly nehéz, mint pl. a fizikában az elektromosság definitiója. Villannyal dolgozunk: gépeket, járműveket hajtunk, íróasztalunkon vagy ágyunk mellett csak megnyomjuk a vilamoslámpa gombját, ha világosságra van szükségünk — de végeredményben nem tudjuk, hogy miben áll, mi az a démoni hatalom, amelyet minden vonalon kultúránk szolgálataiba állítottunk, amellyel betegeket gyógyítunk, amelyet munkánk és szórakozásaink

céljából egyaránt kihasználunk. Azt mondjuk rá, erő, s ezzel eo ipso nem tudunk sokkal többet. Így van ez az étellel is; élünk, s magunk körül látjuk az élet sokféleségét, bámulatosabbnál bámulatosabb megnyilatkozásait, de mibenlétét, lényegét még nem sikerült megfognunk, csak tapogatózunk, kísérletezünk, de az exakt definitiótól még igen távol állunk. Az életre is ráfoghatjuk, hogy „erő“. A modern biológusok leginkább „energetikai“ alapon állanak, s a „materialista“ fölfogást elavultnak tekintik. Azelőtt erőről és anyagról beszéltünk („Kraft und Stoff“), ma sokan már csak az erő létezését ismerik el, erőnek minősítve azt is, amit érzékelünk alapján anyagnak tartunk. Nem vagyok fizikus, s nem érzem magamat arra hivatottnak, hogy ezen a téren mérvadó véleményt nyilvánítsak. De be kell vallanom, hogy mint biológus még nagyonis a „Kraft und Stoff“ iskolájának hatása alatt állok, annak az iskolának, amely nemcsak az erő, de az anyag örökkelvavalóságát is hirdette, s inkább volnék hajlandó az erőben „anyagot“ látni, semhogy ennek a megfordítottját fogadjam el. Az életműködések azt mutatják, hogy

kereteiken belül minden erő anyaghoz van kötve s anyagból ered. A minket itt érdeklő szempontból kétféle anyagot különböztethetünk meg: élő és élettelen. Bármily nagynak tűnik föl — ha a végleteket tekintjük — az élő és élettelen, a szerves és szervetlen világ közötti eltérés, mégis vannak oly határterületek, amelyeken az éles ellentétek elsimulnak s a kirívó különbségek bizonyos fokig áthidalhatók. Minél jobban elemezzük az élet egyetemleges és lényeges tulajdonságait, annál nehezebbé válik az élet meghatározása. Pedig, ha az életet definiálni akarjuk, mindekelőtt arra kell ügyelnünk, hogy a meghatározás egyrészt egyetemleges legyen, azaz minden élőlényre tökéletesen ráüljék, másrészt pedig, hogy az élőlények egész összességét minden életteltől határozottan megkülönböztesse (W. ROUX). Az életnek definitiója háromféle szempontból lehetséges: kémiai, fizikai és functionális. Kövesük idevonatkozólag WILHELM ROUX gondolatmenetét: 1. midőn az élet kémiai meghatározását megkísérelték, arra gondoltak, hogy e réven bizonyos „egyszerű“, „homogén“,

a legalsóbbrendű, legegyszerűbb élet összetulajdonságait magában foglaló életállaghoz (Lebenssubstanz) juthatnak. Valóban meg is állapították, hogy bizonyos elemek: pl. a szén, a nitrogén, az oxygen, a hydrogen, a kén, a foszfor, a vas, a kálium, a nátrium, a calcium annyiban jellemzők az élő szervezetekre, hogy a protoplasmát¹ alkotó fehérje ezekből az elemekből — és még néhány kisebb mennyiségben képviselt elemből — épült fel. De idevágó vizsgálataink szükségszerűen a h o l l protoplasmára vonatkoznak, arra, amely az életműködések teljesítésére már képtelen. így tehát az életre ott keresünk magyarázatot, ahol már élet nincsen. De a protoplasma s p e c i f i k u s s t r u k t ú r á j á t nemcsak hogy az élő protoplasmában nem ismerjük, hanem még a holtban sem, s éppoly kevésbé ismerjük a protoplasma intim, látásunkra nézve jelenleg megközelíthetetlen fizikai struktúráját, a W. ROUX-féle m e t a s t r u k t ü r á t. Kétségtelen, hogy az élet vizsgálátára nézve föltétlenül szükségesek és nagyjelentőségűek a kémiai elemzések, de tisztá-

¹ L. a történelmi részt, 42—44. old.

ban kell lennünk azzal, hogy a protoplasma kémiai vizsgálata az életjelenségeknek csupán egyik alapcsoportjára deríthet fényt, s magát az élet kérdését nem oldhatja meg, annál kevésbé, mert ez a vizsgálati módszer *statisztikus*, amennyiben tárgya csak egy bizonyos állapotú, azaz „nyugalmi“ helyzetben levő protoplasma. A statikus-kémiai módszer tehát az élet meghatározása terén nem vezethet célhoz. 2. Lássuk már most a *fizikai* meghatározás lehetőségét. A fizikai vizsgálatok, jóllehet ezeket *elő* protoplasmán is végezhetjük, szintén *statisztikus* jellegűek, mert ugyancsak bizonyos „*állapotokra*“ vonatkoznak, már pedig az életet, amely lényegében *történetes*, pusztán állapotok alapján nem igen határozhatjuk meg. A fizikai vizsgálatokból tudjuk, hogy a protoplasmára bizonyos *lágú és kolloidális* szerkezet jellemző, de ez a *deínitio* olyannyira statikus jellegű, hogy a holt protoplasmára éppúgy ráillik, mint az élőre, tehát az élet lényegét ez úton sem sikerül megragadnunk. 3. Utolsó *menedékünk* marad tehát, hogy az élet *functio-*
nális úton való meghatározását kíséreljük meg, s mindjárt *előrebocsátom*, hogy ismere-

teink mai állása alapján ez a meghatározás a legcélravezetőbb. Minden élőlényre az jellemző, hogy „történik valami“ benne, mondja W. ROUX; őt idézve: „d a s L é b e n s e l b e r i s t G e s c h e h e n , i s t b e s t i m m t e A r t d e s G e s c h e h e n s , e s i s t P r o z e s s.“ Mindenesetre jó volna, írja ROUX, ha a protoplasmatikus szerkezeteket statikai alapon oly jól ismernénk, hogy ezekből a statikus szerkezetekből levezethetnénk az aktív élő anyagban végbemenő „élettörténet“ („Lebensgeschehen“); ettől azonban, mint láttuk, még igen távol állunk. Az életet tehát m ű k ö d é s k é n t kell tekintenünk, s meghatározását ez úton kell megkísérelnünk. Rendszerint minden részlettörténet az egész szervezet fenntartásához szokott járulni. ROUX általában 8 alapl működést különböztet meg; ezek kivétel nélkül minden teljes életüzemben levő élőlényre egyetemlegesen jellemzők. A 8 (fiziológiai) a l a p f u n c t i o a következő:

1. a d i s s i m i l a t i o ; eredményeképpen a szervezetbe kívülről fölvetett anyag (táplálék, levegő) — assimilatio után — a szervezetre nézve használhatatlan (káros) állapotba kerül;

2. kiválasztása a használhatatlannak;

3. új anyag felvétele, a dissimilált (kihasznált) és kiválasztott anyag pótlására;

4. a s s i m i l a t i o, vagyis áthasonítása a felvett anyagoknak (táplálék, levegő), akár a protoplasma állagává, akár pedig pusztán az életfolyamatok üzembentartását szolgáló anyagokká; tekintettel a protoplasma metastrukturájára, ROUX kémiai és morfológiai (alaktani) assimilatiót különböztet meg;

5. specifikus tömegnövekedés; ehhez természetesen nem tartozik a növekedésnek amaz alakja, melyet ROUX „bloss dimensionales Wachstum“ névvel jelöl, és amely ugyanannak a tömegnek tömegváltozás nélkül végbemenő átcsoportosításából áll;

6. aktív mozgás; ez csupán az életfolyamatokkal kapcsolatos belső mozgás is lehet, mint pl. — általában — a növények esetében;

7. szaporodás;

8. öröklés, amely a ROUX által találoán „qualitative fialbierung“-nak nevezett folyamaton alapul.

Ezt a nyolc működésbeli sajáttságot minden eddig ismert élőlényben megtaláljuk, összességükben pedig e sajáttságok csakis élőlényekben fordulnak elő. Van még egy sajáttság, úgymint

(9.) a fejlődés, azaz a szervezeteknek egyéni életük — mondjuk általában növekedésük — folyamán történő átalakulása, ez azonban a legáltalában brennülények, vagyis az egysejtűek életéből hiányzik; ennél fogva az itt megkívánt egyetemlegesség határain kívül esik, s így — bár az összes többsejtű lényre (Metazoa) nagyon is jellemző élettulajdonság — csak járulékosan említhető meg.

Ez tehát az Élet W. ROUX-féle functionális definitiója; tartalmilag kétségtelenül felülmúlja más szerzők (pl. ARISTOTELES, KANT, BICHAT, RICHERAND, LAMARCK, H. SPENCER, SEMPER¹) meghatározásait, de az élet lényegét ez sem fejtja meg, mert végeredményben nem az életet magát, hanem

¹ V. ö. Az Élők Világa, a Műveltség Könyvtára c. sorozatban, Budapest, 1907, „Bevezető“, írta: ENTZ GÉZA, 9. old.

csak az elemi életjelenségeket határozza meg, illetőleg: ismerteti.

Igen fontos és jellegzetes azonban az életre nézve, hogy mindezek a működések autoregia-n (W. ROUX) alapulnak, azaz bizonyos „Innerlichkeit“-ből indulnak ki. Ezzel a megállapítással egyébként már más szerzők életmeghatározásaiban is találkozunk, habár gondolataik és érzéseik megszövegezése, illetőleg kifejezése távolról sem oly szabatos és világos, mint ROUXnál. Az autoergia („Selbsttätigkeit“) alapján ROUX a fenti 8, illetőleg 9 életsajátságot 1. autodissimilatio, 2. autoex- és secretio, 3. autoreceptio, 4. autoassimilatio, 5. autocrescentia, 6. autokinesis, 7. autoproliferatio, 8. hereditas¹ — az utóbbi kettő autoduplicatio partium és autodivisio révén — és 9. autophaesinosis névvel jelöli meg. Autoergian alapul az itt megemlítendő és nagyfontosságú önszabályozás („Selbstregulation“, W. ROUX) jelensége is. Ez részben akaratlagos jelenségeket vált ki, pl. az éhségi önszabályozás („Hungerregulation“) táplálkozáshoz vezet, részben

¹ Ez nem új, hanem régi és általánosan használt terminus.

pedig következményeiben is független akaratunktól, mint pl. az öröklésben érvényre jutó és az egymást követő nemzedékek hasonlóságát eredményező alaki önszabályozás („gestaltliche Selbstregulation“). Ezen az alaki önszabályozáson alapul a fajok s a faj keretein belül megállapítható rendszertani egységek kialakulása és több-kevesebb ideig való megmaradása (persistentiája). Az alaki önszabályozás azonban, mint ROUX nagyon helyesen megjegyzi, a k ö r n y e z e t hatásainak van alávetve, befolyást gyakorolván a nevezett önszabályozás módjára, De nemcsak a környezet hatásai korlátozzák és módosítják az alaki önszabályozás folyamatának egyöntetűségét, hanem — felfogásom szerint — még bizonyos, a környezettől közvetlenül nem függő és az idő folyamán a szervezetben akár pusztán konstitucionális okoknál fogva kialakuló (vagyis a legszorosabb értelemben véve orthogenetikus¹), akár pedig a szervek használata és nemhasználata következtében fellépő (LAMARCK-féle) tényezők is. Az alaki önszabályozás folyamatába többé-kevésbé

¹ Az orthogenesis lényegére vonatkozólag lásd 50. old.

energikusan belenyúló mind e tényezők — amelyeket részben az egyén által „szerzett“ (vagyis somatikus¹) tulajdonságok öröklésére vezetek vissza, részben pedig magából a csiraplasmából, tehát közvetlenül „belső“ okokból kiindulóknak (azaz germinális eredetűeknek) tartok — korlátozzák a faj állandóságát, és okozzák az új fajok keletkezését.

Általában véve a szakirodalom kézikönyveiben az élet alpműködéseinek egyszerűbb jellemzéseivel szoktunk találkozni, így pl. R. v. HERTWIG az élő anyag sajátos tulajdonságai gyanánt 1. a kontraktilitást (összehúzódási képesség), 2. az irritabilitást (ingerlékenység), 3. a táplálkozást (a szó legtágabb értelmében, beleszámítva a légzést is) és 4. a szaporodást említi.

¹ *Tò σῶμα* — a test.

„Wie die Welt erschaffen wurde, mag ja strittig sein. Aber dass es miserabel ausgefallen ist, darüber sind wir einig. Nicht wahr, lieber Geheimrat.“

ERNST HAECKEL
levelezéséből.

Ősnemződés.

Miután az élet „meghatározásával“, biológiai kutatásaink idevonatkozólag, sajnos, nagyony hiányos eredményei alapján, megismerkedtünk, önként adódik a második kérdés: **h o g y a n é s h o n n é t** eredt az élet?

Keressük először az első kérdésre a választ. Már a régiek azt hitték, hogy különböző élettelen, vagyis anorganikus anyagokból, pl. iszaból, vagy bomlásnak indult szerves anyagokból élő szervezetek keletkezhetnek. Ennek a felfogásnak az újkor elején a véglények egy csoportjának, az Infusoriáknak LEEUWEN-HOEK által történt felfedezése újabb tápot nyújtott, mert mohát vagy szénát pár napig vízben áztatva, az először tiszta vízben az imént említett apró, egysejtű lények milliói keletkeznek. Mi sem természetesebb tehát, mint hogy egyesek arra a következtetésre jutottak, hogy akár szerves, akár szerves anyagokból,

adott körülmények között, élet, illetőleg az életnek valamely új alakja fakadhat, míg TREVI-RANUS, SPALLANZANI, JOHANNES MÜLLER, F. KOCH és végérvényesen PASTEUR be nem bizonyította, hogy steril-üvegben eltett steril-vízben, illetőleg táptalajban, steril-elzárás mellett, semmiféle élet sem keletkezhetik. Az élet létrejöttének azt az elméletileg feltételezett módját, amidőn élő anyag élettelenből, azaz szervesetlenből keletkezik, ő s n e m z ő d é s n e k (archigonia, generatio spontanea vagy aequivoca) nevezzük. Ilyen ősnemződéses folyamatokat a gyakorlatban nem ismerünk, s PASTEUR fentemlített döntő kísérlete után már nem is adódtak olyan esetek, amelyeket jelenkori ősnemződésnek tartottak volna. Ilymódon HARVEY híres mondása „Omne vivum ex ovo“ a legtágabb értelmezésében, minden élőlényre, általánosan kiterjesztést nyert, mégpedig ebben a modernizált alakban: „Omnis cellula e cellula“. Baktériumkolóniák és véglények tehát csak úgy keletkezhetnek valamely erre alkalmas folyadékban vagy vízben, ha abba egyes baktériumok vagy spóráik, avagy pl. „betokozó-

dott“ (vagyis vitális szempontból nyugalmi állapotban lévő) véglények élő állapotban kerültek bele, lehetőséget találva arra, hogy életműködésüket az új közegben teljesítsék. Ennek következtében kimondhatjuk, hogy Földünk létének jelen periódusában ösnemződést sohasem sikerült megfigyelnünk, s hogy ösnemződés jelenleg talán nem is fordul elő. Abból azonban, hogy valamely folyamat a jelenben, vagyis a történés egy bizonyos szakában nem tudunk megfigyelni, távolról sem következik, hogy az a folyamat egyáltalában nem létezik, ha ismereteink és következetes gondolkodásunk egyébként eme folyamat szükségszerű föltételezését követelik. Jelenlegi középeurópai klímánk alatt a lombhullató fák ősszel elvesztik leveleiket, s csak tavasszal fakad új lomb a rügy ékből; nagy tévedés volna ebből arra következtetni, hogy ez mindig így volt. A harmadidőszakban (tertiaer) subtrópusi klíma uralkodott kontinensünkön, s azokat a vidékeket, amelyek többékevésbé váltakozva szárazulatok voltak, lombjukat időszakonként le nem hullató „örökzöld“ fák díszítették. A klíma változásával tehát, ugyanazon a földrészen, megváltozik az

élet képe. De nemcsak a klímával s a részben tőle függő térszíni viszonyokkal változik meg az élet képe, hanem az életnek pusztán az időtartammal kapcsolatos „Innerlichkeit“-jével összefüggő sajátosságainál fogva is; így változtak a fajok a geológiai idők alatt, így változtatták meg bizonyos tulajdonságaikat, és így változott meg a növényvilág (flóra) és az állatvilág (fauna) típusa. A júraidőszakban pl. a Földön hatalmas méretű hüllők (a Dinosaurusok, Ichthyosaurusok és a repülő Pterosaurusok) éltek, s ezeknek élő képviselőit ma már Földünk forró égöve alatt sem lelhetjük meg. Találóan idézhetők ez esetben LAMARTINE „Le Lac“ című, örök-szépségű költeményének — igaz, hogy nem a Dinosaurusokra, hanem a szerelem boldog óráira vonatkozólag írt — következő sorai:

„Ce temps qui les donna, ce temps qui les efface,
Ne nous les rendra plus!“

Ősnemződésnek szükségyszerűen kellett lennie, ez egyszerűen követelménye a biológiai gondolkodásnak, de föltehető, hogy az ősnemződés a még nem élő anyag kémiai és fizikai evolúciójának — amelyet az életre kelt anyag „praevitális

evolúciójának“ nevezek — éppen csak egy bizonyos szakában és csakis az eozoi idő hajnalán uralkodott földtani és klimatológiai viszonyok között volt lehetséges; hiszen az életnek s kialakulásának függését e kétféle tényezőtől már a júra-időszaki őshüllők meg a Közép-Európában a harmadidőszakban élt subtrópusi fák példájából láttuk. A szerves világ recens és fosszilis alakjai fokozatos fejlődés képét nyújtó láncként jelennek meg, s mi sem természetesebb annál, hogy úgy az anorganikus, mint az organikus világban egyaránt kifejezésre jutó transformismus általános érvényénél fogva a magasabb fejlettségi fokot képviselő szerves a fejlődés alacsonyabb fokát képviselő szervesből származott. Szervetlen anyagnak szerves, élő anyaggá történő áthasonítását egyébként a növényeknél mindenkor láthatjuk, amint azt P. KAMMERER találóan jegyzi meg. A szervetlen anyagnak szerves, azaz élő anyaggá történő átváltozása tehát bizonyos körülmények között föltétlenül lehetséges, annál is inkább, mert maga az anyag, amelyben az életnyilvánulások lejátszódnak, ugyanazokból a kémiai elemekből áll, mint az anorgani-

kus anyagok, s a kettő közötti különbség csupán a szervezeteket felépítő kémiai elemek alkotta vegyületek bonyolult összetételére vezethető vissza. Az élő szervezetben lezajló folyamatok, amennyire azok eddig elemezhetők voltak, ugyanazoknak a kémiai és fizikai törvényeknek vannak alávetve, mint a szervetlen világban. Közelfekvő volt tehát a gondolat, hogy mesterséges élőlények előállítását kíséreljék meg. E. DU BOIS-REYMOND, RAMSAY, BASTIAN, BUTTLER-BURKE, HERRERA, KUCKUCK, STEPHANE LEDUC, VORLANDER és O. LEHMANN foglalkoztak ezzel a problémával, s elő is állítottak olyan mesterséges termékeket, amelyek az előző fejezetben felsorolt 9 életműködés egynémelyikével rendelkeztek. Legnehezebb az autoergia tényének elérése. Különösen nevezetesek LEDUC „mesterséges növényei“. Ezek lecsapódási hártájával körülvett osmotikus produkciók, amelyek az osmosis következtében növekednek is. LEDUC szárazföldi és vízi alakokat állított elő; érdekes, hogy az édesvízben nyert osmotikus produkciók édesvízi növények és állatok (pl. édesvízi kagylók) alakjára emlékeztetnek, míg a tengervízben növekedő osmo-

tikus termékek a tengeri növény- és állatvilág különféle alakjaihoz hasonlítanak, amiből a környezet kémiai és fizikai sajátosságainak a morphogeniára (= „alakkeletkezés“) gyakorolt hatása tűnik ki. Igen érdekesek VORLANDER és O. LEHMANN folyékony, látszólag „élő“ kristályai. Ezekről W. PAULI professzor a következőket írja: „Von überwältigender Schönheit sind die lebhaften Wachstums- und komplizierten Bewegungserscheinungen, die Lehmann an flüssigen Kristallen gezeigt hat und bei denen der Beschauer den Eindruck hat, das Leben und Treiben temperamentvoller Organismen vor sich zu haben“.¹ A többi itt felsorolt szerzők kísérletei közül megemlítem a rádiumnak steril zselatinra gyakorolt hatása folytán keletkezett BUTTLER-BURKE-féle „radiob“-okat, továbbá DU BOIS-REYMOND „eob“-jait és „vakuolid“-jait, amelyek szervetlen báryum-, rádium- és magnézium-sóknak szerves (nem biológiailag, hanem csupán kémiailag értve!) közegekre való hatása alatt keletkeztek, és végül KUCKUCK mester-séges báryum-egyéneit, illetőleg „sejtjeit“

¹ PAUL KAMMERER, Allgemeine Biologie, Stuttgart u. Berlin, 1915, 28. old., nyomán.

(„Baryum-Zytoden“). Az utóbbiak azért nevezetesek, mert egyszerűen (amitotikusan) osztódó élő sejtek módjára oszlanak, és tengervízben „tenyésztve“ sejt-„kolóniákat“ alkotnak. Mind e nagyértékű és egyúttal a biológia történeti fejlődésének utolsó, legmodernebb szakát képviselő vizsgálatok folyamán rendkívül fontos eredményekhez jutottunk ugyan; de: életet „előállítani“ mégsem sikerült! A magukat „vitalista k“-nak nevező biológusok az életet előfordulásában csak az élőlényekre szorítkozó sajátos erőként fogják föl, míg a mechanista-biológusok táborra az életet ugyanazokra a kémiai és fizikai tényezőkre vezeti vissza, amelyek más kombinációkban az élettelen világban is megvannak, csupán szövetvényes és speciális csoportosulásukban keresve az élet okát, illetőleg, VERWORN szellemében fejezve ki magunkat, az élet feltételeit.¹ Természetes tehát, ha a vitalisták nem bíznak

⁹ VERWORN szerint ugyanis a természetben sehol sincsenek „okok“, csak feltételek. A magyar szakirodalomban Dr. PONGRÁCZ SÁNDOR ismertette VERWORN „kondicionizmus“-nak nevezett tanát, „Okok vagy feltételek“ címen, a Szabad Egyetem nevű folyóirat III. évfolyamának (Budapest, 1926) 2. számában.

az élet problémájának sikeres megfejtésében, míg a mechanisták méltán remélik, hogy idővel mégis csak sikerül majd az életet a maga legegyszerűbb, legkezdetlegesebb alakjában laboratóriumi úton előállítani. Habár nem szabad magunkat e téren fantasztikus reményekkel kecsegtetnünk, mégis nagyon helytelen volna, ha az „ignoramus et ignorabimus“ híres mondásra támaszkodva eleve lemondanánk minden az élet kérdésének megfejtését célzó tudományos küzdelemről. W. ROUX erre vonatkozólag a *methodikus synthésis*-en alapuló eljárást ajánlja. Eszerint olyan termékek előállítására kell törekednünk, amelyek összetételüknél fogva egyesítsék magukban a ROUX-féle 8 (ill. 9) életfunkciót. Természetes, hogy ilyen produkciók nem állíthatók elő egyszerre. A fiziologusok elméleti alapon feltették azt, hogy létezniük kellett, illetőleg létezhetnek oly élőlények, amelyek a ROUX által fölsorolt 8 (ill. 9) egyetemlegesen megállapítható életműködés közül csak a négy elsővel¹ rendelkeznek. Ezt az elméleti

¹ V. ö. 78—79. old. — Lásd e kérdésekre vonatkozólag W. ROUX, *Das Wesen des Lebens*, in: *Kultur d. Gegenwart*, III. Teli, 4. Abt., I. Bd.: *Allgem. Biologie*, Leipzig u. Berlin, 1915, 172—187. old.

lényt ROUX (1892-ben) *i s o p l a s s o n*-nak, VERWORN pedig (1898-ban) biogen-nek nevezte el. Az életnek methodikus *synthesis*-sel való előállítását kísérelve meg, az első állomás tehát egy *isoplasson* konstruálása volna. Az *isoplasson* után a további kísérletezés folyamán önmagától, „belső“ okoknál fogva, bizonyos kezdetleges mozgásra („*Selbstbewegung*“) képes lényé kellene tennünk; az élet fiziológiai fejlődésének ezt a fokát ROUX *autokineon* névvel jelöli meg. Ha elértük az *autokineon*-t, úgy arra kell törekednünk, hogy az bizonyos módosítások révén „belső“ okoknál fogva osztódjon, azaz „szaporodjon“, a KUCKUCK-féle báryum-sejtekhez hasonlóan, s ekkor elértük az *automerizon* fokát. Ez az önosztódás („*Selbstteilung*“) annál nehezebben megy végbe, minél bonyolultabb az osztódó sejt, mert hiszen az osztódás alkalmával valamennyi struktúrának is oszlania kell. Ez életműködések kifejtésére tehát az önszabályozás tökéletesedése szükséges, s ehhez későbben „*die Produktion bestimmter Qestaltungen aus inneren bestimmenden Ursachen, mit Selbstregulation auch ihrer Herstellung*“ járul. Így ér-

kezünk el, ROUX gondolatmenetét követve, az *idioplasson*-hoz, amely már, hogy úgy mondjam, a „teljes“ életet képviseli.

Dióhéjba szorítva ennyit tudunk az élet keletkezésének módjáról, helyesebben mondván, ezek a kísérletek és elvi szempontok irányultak az életkeletkezés problémájának megoldására. Ha a tárgyban rejlő óriási módszertani nehézségeket tekintjük, hozzávéve magának a problémának nagyonis nagyszabású voltát, ezirányú ismereteink viszonylagos fogyatékoságát és azt az aránylag rövid időt — körülbelül csupán 30 évet — amely alatt az élet kérdésének megoldását megkísérelték: úgy el kell ismernünk, hogy az idevonatkozó eddig elért eredmények határozottan nagyjelentőségűek, s a jövő idevágó kutatásainak útját nemcsak egyengették, hanem lényegileg már meg is szabták. Remélhetjük tehát, hogy magának az életnek — legalábbis legkezdetlegesebb alakban történő megnyilvánulásának — megfejtése, vagyis az úgynevezett „probiologiai“ (W. ROUX) kutatás végső feladatának megoldása, laboratóriumi úton, komoly és kitartó munka révén elérhető lesz, s ma valóban még semmi okunk sincsen arra, hogy primitív

élőlények mesterséges előállításáról eleve lemondjunk. Ha e törekvések célhoz vezetnek, az ősnemződés ténye „ad oculos“ demonstrálást nyer, ha pedig az élet mesterséges előállítása nem sikerülne, akkor azzal sincs bebizonyítva más, mint éppen csak az, hogy az idevonatkozó kísérletek folyamán szerepelt kémiai és fizikai hatások nem voltak képesek arra, hogy az élettelen anyagból az élet szikráját fakasszák, s hogy így az élettelennek élővé válása az ősidőkben nyilván más, előtünk ismeretlen kémiai és fizikai tényezőkön múlt.

Térjünk már most át a második kérdésre, hogy honnét eredt az élet? Az Élet problémájának megfejtése tehát sok nehézséggel jár. Így egyes szerzők kedvüket vesztve, feltették azt, hogy az élet örökkévaló, s csupán egyik bolygóról a másikra származott át. Ennek az elméletnek, a „Weltinfektion“ elméletének, SVANTE ARRHENIUS a szerzője, aki nemrégiben E. SCHWALBE neves német bűvárbán is követőre talált. Eszerint az elmélet szerint az élet nem a mi bolygónkon keletkezett volna, vagyis nem autochthon, hanem allochthon volna a Földön. Ezzel a fantasztikus

elmélettel azonban nincs megmagyarázva az ősnemződés, s ha elfogadnánk sem szabadulnánk meg az ősnemződés föltételezésének szükségességétől, hanem annak létrejöttét, mint A. WEISMANN és H. PRZIBRAM igen helyesen jegyzik meg, csupán időbelileg tolnánk ki. A „Weltinfektion“ elmélete úgy biológiai, mint kosmogoniai szempontból szinte legyőzhetetlen nehézségek elé állít. Földünk s az égitestek kialakulásának magyarázatára általában a KANT—LAPLACE-féle elméletet fogadjuk el, s kétségtelen, hogy az égitestek jelen alakjuk kezdetleges állapotjaiban izzó tömegek voltak. Márpedig egy élőlény sem bírja ki azokat a roppant magas hőmérsékleteket, amelyeken minden égitestnek evolúciója folyamán keresztül kellett mennie. Honnét származnék ily módon az élet? Erre SVANTE ARRHENIUS elmélete nem ad választ. Ha pedig azt akarnók föltenni, hogy az élet a szó szoros értelmében valóban „örök“, s mindig egy az élet lehetőségeinek megfelelő égitestrendszerrel, illetőleg égitestről származott át a többi égitestre, újabb meg újabb fejlődéseknek indulva, valahányszor alkalmas közegre talált: úgy ez olyan elvont és minden komoly alapot

nélkülöző spekuláció lenne, hogy helyét legfőbb valamely JULES VERNE vagy FLAMMARION-regényben találhatná meg, de semmiesetre sem a tudományosan megalapozott élettudományi elméletek sorában. Bár a „Weltinfektion“ elmélete sem az ösnemződés kérdésére, sem pedig az élet keletkezésének helyére nem derít fényt, mégis egy igen fontos biológiai megállapításhoz vezetett, s ez ellenértéket nyújt az elmélet kosmogoniailag és élettudományilag egyaránt éles elbírálás tárgyává tehető gyengéiért.

Ez a biológiai megállapítás a következő: a „panspermia“ elmélete azt vallja, hogy az Élet égitestünknek minden pontján előfordul, és nagyon magas hegycsúcsokon, valamint léghajón megejtett vizsgálatok folyamán valóban kiderült, hogy még a levegő legritkább rétegeiben is vannak élő baktériumok, illetőleg baktérium-spórák („-csirák“). Ha ezt a tényt szem előtt tartjuk, elméletileg föltehető, hogy az említett apró szervezetek a sugárnyomás (Strahlendruck) fizikai jelensége következtében Földünk levegőrétegéből kikerüljenek a légüres világtérbe anélkül, hogy

ott elpusztuljanak. Hiszen régen tudjuk, hogy vannak részben vagy egészen anaerobiot (levegő nélkül élni tudó) baktériumok, illetőleg baktérium-spórák, úgyhogy a levegő hiánya magában véve elvileg nem zárja ki az élet lehetőségét a világűrben. Ilymódon a kérdés most már csak az, hogy vajjon van-e olyan élő szervezet, amely a világűr rettentő alacsony hőmérsékletét, vagyis nagy hidegét kibírja? MACFADYEN a lépfene-bacillus (*Bacillus anthracis*) spóráival kísérletezve, megállapította, hogy azok -109 C° -nál, tehát a folyékony levegőnek megfelelő hőfokon, hetekig, a folyékony hidrogén hőmérsékletének megfelelő -252 C° -nál 10 óra hosszat — ARRHENIUS szerint 20 óra hosszat — maradtak életben, míg -200 C° -on tartva 6 hónapnál tovább is éltek.¹ Ezekre az adatokra támaszkodhatott ARRHENIUS, amidőn a nagy magasságokban tett biológiai megfigyelések és a sugárnyomás alapján a „Weltinfektion“, illetőleg a „Planetenimpfung“ kalandos elméletének némi élettudományi alapot adott, mert hiszen a világűr hőmérsékletét éppen mintegy

¹ V. ö. KAMMERER, id. mű, 25. old.

200 C°-ra becsülik. Ez a csekély élettudományi alap pedig, ha nem is szolgál, a „Weltinfektion“ elméletének bizonyítékául, és nem is tekinthető pozitív tényt leszögező megfigyelésnek, legalább azt igazolja, hogy egyes szervezetek a világűrben életben maradhatnak, s ennek a biológiai lehetőségnek a leszögezése határozott értéket jelent az élettudományi kutatással összefüggő problémák terén. Be kell vallanunk, hogy az életnek az egyik égitestről a másikra való áttérjedése még így is valószínűtlen marad, de ezt a föltevést magát — függetlenül a „Weltinfektion“ elméletének az élet keletkezését illetőleg elfoglalt álláspontjától — ab initio mégsem utasíthatjuk vissza, habár a világűrben sugárnyomással végbemenő utazgatás az élőlények tova-terjedésének legbonyolultabb és legfantasztikusabb módja, amelynek feltételezése, mind elméletileg, mind gyakorlatilag véve, a legnagyobb nehézségekbe ütközik.

Az élet keletkezésének és kosmikus föllépésének kérdéseivel szorosan összefügg, illetőleg ezeknek a keretébe tartozik az a sokat vitatott probléma, hogy vajjon van-e

élet más bolygókon is? Ebben a tekintetben úgyszólván kizárólag a Mars jött számításba, s a „Mars-lakók“ soká állottak a túlfűtött emberi fantázia szülte érdeklődés középpontjában. A Marson nagy „csatornákat“ véltek fölfedezhetni, vöröses fényéről pedig egyesek azt tartották, hogy növényzetére vezethető vissza, olymódon, hogy míg Földünkön az állandóan vörösievelű növények (pl. vérbükk) kivétel számba mennek¹, addig a Mars vegetatiójára éppen a vörös szín volna a jellemző. Akadtak olyanok is, Amerikában, akik nagyszabású fényjelzések segítségével akartak a „Mars-lakókkal“ közlekedni, állítólag óriási pénzüsszegeket áldozván (LOWELL) e célra.² A csillagászok különböző módon magyarázták az említett jelenségeket, mindaddig, míg SVANTE ARRHENIUS, úgylátszik helyes nyomon járva, ál-

¹ A mérsékelt égöv legtöbb növényének levélzöldje (chlorophyll) ősszel biokémiai változáson megy át, úgyhogy a levelek vörös színűvé válnak. Ez a növények élettani működésére nézve igen fontos, mert a vörös szín hőgyűjtésre (Wärmespeicherung) sokkal alkalmasabb, mint a zöld, s így az illető növények a szervezetük igényelte hőmennyiséget a hűvös évszak beálltával — a tél előtt — könnyebben raktározhatják el.

² V. ö. KAMMERER, id. mű, 17. old.

talánosan elfogadott megfejtéssel nem szolgált. ARRHENIUS megállapítása szerint a Mars-„csatornák“ nem egyebek e bolygón lezajló földrengésekből támadt hatalmas hasadásoknál, s ezeknek eltűnése és új megjelenése csupán endogén¹ és exogén² eredetű geológiai tényezőkre vezethető vissza. A vöröses fény sem bíborszínű erdők és mezők hírnöke, hanem a Mars homoksvatagjainak tulajdonítható; ez a homok vöröses színét a vasoxydtól nyeri, akár a Sahara szép. sötétrozsdavörös homokja. így omlott össze az a kártyavár, amelyet az emberi fantázia épített, keresve az élet nyomait a Marson, remélve, hogy a Világegyetem egy másik pontján is önmagához hasonló lényeket fedezhet föl, hiszen itt is a „kívánság“ volt a „gondolat atyja“. Hogy egyébként van-e élet a Marson, vagy esetleg valamelyik másik égitesten, s hogy milyen lehet ez az élet, azt nem tudjuk. Az élet koszmikus fellépésének és esetleges elterjedésének kérdése most még sokkal megközelíthetlenebb, mint az élet mesterséges

¹ = belső eredetű (vulkánosság, földrengés).

² = külső eredetű (pl. hófok és csapadék hatása).

előállításának és vele kapcsolatban az ősnemzetségnek közelebbfekvő, realisabb s bizonyos megoldhatósággal kecsegtető problémája. Egyelőre tehát mi sem áll útjában annak a föltevésnek, hogy az élet a Földön a u t o c h t h o n, azaz itt keletkezett, még pedig nyilván Földünk evolúciójának abban az idejében, amelyben a környezet magas, de az élet szempontjából már kedvező hőfoka s a nagymérvű nedvesség, azaz a levegő párateltsége következtében az itt számításba jövő kémiai és fizikai folyamatok egészen sajátzerűek voltak, és nagy intenzitással játszódtak le. Ha sikerül majd az élet laboratóriumi előállítása terén kielégítőbb eredményekhez jutnunk, akkor az e téren alkalmazott kémiai és fizikai synthesis révén bizonyára közelebb jutunk magának az életnek helyes meghatározásához is. STEPHANE LEDUC, a probiológiai kutatás neves mestere, „Théorie physico-chimique de la Vie et Generations Spontanees“ (Paris, 1910) c. nagyérdekű művében a következőket írja: „Végeredményben az élőlények evolutív jellegű erő- és anyag-transformátorok, amelyeknek lényeges alkata a folyékony állapot, s amelyek fehérjenemű anyagokat tartalmaz-

nak.¹ És: „A különböző folyadékok közötti érintkezés, ez az élet elemi fizikai jelensége, az az alapvető jelenség, amely nélkül nem lehetségesek sem a kémiai, sem az energetikai átváltozások; ez érintkezés valamennyi hatásának ismeretében rejlik az élet titka.“² De az élet titka nemcsak magával az élet eme sajátosságával függ össze, hanem az élet határain kívül eső természet-tudományi fogalmak tisztázásával is, így elsősorban és legfőbbképpen a már érintett anyag és erő kérdésével. Erre vonatkozólag E. DU BOIS-REYMOND, a mélygondolkodású fiziologus szavai idézhetők³: „... ob, wenn wir das Wesen von Materié und Kraft begriffen, wir nicht auch verstanden, wie die ihnen zugrunde liegende Substanz unter bestimmten Bedingungen empfindet, begehrt und denkt.“ Ezt a feladatot DU BOIS-REYMOND azonban nem tartja megoldhatónak, s a pusztán erőn és anyagon alapuló monistikus föl-

¹ LEDUC, id. mű, 14. old.

² Id. mű, 24. old.

³ M. VERWORN, Allgem. Physiol., ein Grundriss der Lehre vom Leben, siebenié, neu bearb. Aufl., herausg. v. F. W. FROHLICH, Jena, 1922, 34. old., nyomán.

fogást csak azért helyezi előnybe a transcendeniális világfölfogás alapján álló dualitás (test és lélek) világnézettel szemben, mert az utóbbinak látászögéből „die Welt doppelt unbegreiflich erscheint.“ ő tehát a monizmusban sem talál értelmi megnyugvást, sőt még tudományos reményt sem: „... gegenüber dem Ratsel was Materie und Kraft seien und wie sie zu denken vermögen“ csak egy választ talál, s ebben a teljes lemondás jut érvényre: „ignoramus et ignorabimus“, mert „... es liegt in der Natur der Dinge, dass wir auch in diesem Punkte nicht zur Klarheit kommen, und alles weitere Reden darüber bleibt mussig.“ Mi azonban az „ignoramus et ignorabimus“ híressé vált mondás óta körülbelül 40 évvel haladva tovább az élettudományi kutatás útján, nem látjuk ily pesszimiztikus színben az élet végső problémáinak megfejtésére irányuló tudományos törekvéseket, sőt ellenkezőleg: hiszen a kevés kiváltságos járta probiológiai kutatás fáradtságos útjára sikerkoszorúzza nevek vetik biztató fényüket. Ha tehát egyesek, megkísérelve az élettudományi bűvárkodás e legsúlyosabb föladatainak megoldását, átélik az Ember Tra-

gédiáját, s hasztalannak tűnő fáradozásaiktól elkeseredve kiáltják felénk: „Csak az a vég! — Csak azt tudnám feledni!“ — akkor, az eddig e téren szerzett tapasztalatokra támaszkodva, nyugodtan válaszolhatjuk nekik: „... ember: küzdj' és bízva bízzál!“

*„Natura nusquam magis est
tota quam in minimis.“*

PLINIUS

A Sejt.

A sejt minden élő test elemi alak- és erőegysége. A legegyszerűbb élőlények egyetlen sejtből állanak, s ez az egy sejt végzi el életük valamennyi működését. Ezzel szemben a soksejtű lények különböző működései különféle sejtcsoportok (azaz szövetek) alkotta egységek, vagyis szervek között oszlanak meg. Az egysejtű lényeket a Protozoák (véglények), a Bakteriumok és a Protophyták (egysejtű növények) képviselik, míg minden egyéb növényi és állati szervezet több sejtből épült föl. A soksejtű állatokat a Protozoákkal szemben Metazoák-nak nevezik. Sok szerző a rendszerbe még a „Mesozoák“ csoportját is felveszi, s ennek az állattörzsnek végtelenül egyszerű szövettani viszonyai alapján azt tartja, hogy az mind organizáció, mind evo-

lució tekintetében közbülső helyet foglal el a véglények és a Metazoák között. Ennek a felfogásnak a helyessége azonban az újabbi vizsgálatok folyamán kétségessé vált, mert valószínű, hogy a „Mesozoák“ csoportja, részben vagy egészben, bonyolultabb szervezetre, azaz Metazoákra vezethető vissza, s így primitív jellegei csak másodlagos természetűek, vagyis elcsenevészedés útján keletkeztek. De, ha el is tekintünk a „Mesozoák“ kétes értékű csoportjától, akkor is megtaláljuk az átmenetet az egysejtűek és soksejtűek között, még pedig a kolóniákat a l k o t ó Protozoák képében. Ilyen pl. a Volvox; ennél egy-egy kolónia 10.000—20.000 somatikus¹ jellegű, tehát nem szaporodó egyénből és 6—8 generatív, azaz szaporodó egyénből áll; a szaporodó egyének itt kétfélek, ivarosán szaporodók és osztódók; a kolónia egyéneit, „zoidjait“, plasmahidak kötik össze, míg kívülről az egész kolóniát kocsonyás burok veszi körül; a somatikus zoidok a kerületen, a generatív zoidok pedig mélyebben helyezkednek el. A V o l v o x példáját csak azért említettem meg, hogy ezáltal

¹ V. ö. 83. old.

is demonstráljam a természetben érvényesülő folytonosságot (continuitas), azaz a fokozatos átmenetek általános elvét. Az egysejtű élőlények koloniális csoportosulása s az e csoportosulás után következő munkamegosztás tehát az az út, amelyen a mi törzsfánk is áthalad, s a fejlődés és alkalmazkodás létrehozta szervezeti sajátságokon alapuló munkamegosztás biológiai mozzanatában rejlik az „egyenlőségére való törtetés teljes hiábavalósága. Az élet évmilliók fejlődése folyamán kialakult s a magasabban fejlett szervezetek integráns sajátágaivá vált tulajdonságokat sem elvont bölcselkedéssel, sem „Machtspruch“-okkal nem lehet kiirtani. Csak egyéneket lehet megölni, de természeti igazságokat nem. Maga az élet folyamata: különbözőségek teremtése, differenciálódás; az általános kiegyenlítődés holtponthoz, halálhoz vezet. Ami már az egysejtű lények világában alakult ki, azt nem lehet a legmagasabban fejlett és a legjobban differenciált lénynél, az embernél, megmásítani, aki, az élő világ koronájaként, a legtöbb fejlődési fokozaton ment keresztül, az öröklékenység révén egyre jobban rögzítve meg a specializálódás és dif-

ferenciálódás benne rejlő irányzatát. Sem az élő, sem az élettelen világban nincs egyenlőség, de nem is volt, és nem is lesz soha.

A sejtről szólva, ennek három lényeges sajátosságát kell érintenem: anyagát, alaktani viszonyait és életét.

Minden sejt a n y a g a a protoplasma, s a sejtek közötti különbség protoplasmájuk k é m i a i, szerkezetbeli és működésbeli különbségeire vezethető vissza. A protoplasmát¹ főként szerves, organikus (k é m i a i szempontból értve), azaz szén (C)-tartalmú vegyületek alkotják, úgymint s z é n h y d r á t o k, z s í r o k és f e h é r j é k. A szénhidrátok többvegyériékű alkoholok (R².QH) aldehidjei (R.CO.H) és ketonjai (R.CO.R). E helyen említendő meg a c u k o r fogalma alá tartozó különféle saccharidok, s ezekhez, t. i. a polysaccharidokhoz tartozik a glykogén (= „állati keményítő“) és a k e m é n y í t ő is. A glykogén — a növényvilág alsóbb csoport-

¹ E részben OTTÓ STECHE, „Grundriss d. Zoologie . . . für Studierende der Naturwiss. u. Medizin“ című kiváló művét (Leipzig, 1919) követtem (3—10. oldal).

² $R = C_x H_y$.

jaitól (pl. gombák) eltekintve — állati, a keményítő pedig növényi sejtekben fordul elő. A zsírok több vegyértékű alkoholoknak organikus savakkal (=zsírsavak) való egyesüléséből keletkeznek. Itt említendő meg a glicerin ($C_3 H_6 [OH]_3$), amely az állati szervezet legfontosabb alkoholja. Ez azután organikus savakkal (főként oleinsav, stearinsav és palmitinsav) egyesül, amikor is víz válik szabaddá. Fontos szerepet töltenek be az állati szervezetben a zsírokkal rokon lipoidok, még pedig valószínűleg a sejthártyán keresztül történő anyagcserében. Annyit mindenesetre tudunk, hogy a sejtekbe behatoló anyagok lipoidokban oldhatóknak bizonyulnak. Végül még a fehérjéket kell megemlítenem. Ezek a legbonyolultabb vegyületek, úgyhogy vegyelemzésük sokáig nem is sikerült. Azért par excellence szerves, azaz biológiai értelemben véve szerves eredetűeknek tartották őket, mindaddig, amíg bizonyos fehérjetestek szintetikus előállítására nem sikerült. Az idevágó nagyfontosságú vizsgálati eredmények főként EMIL FISCHER nevéhez fűződnek. A fehérjékre jellemző, hogy molekuláik nitrogén-tartalmúak. A fehérjék organikus sa-

vakból állanak, amelyekhez az NH_2 gyök járul; ezek az úgynevezett aminosavak. Ma különféle szénhidrátok különböző számú sav (COOH)- és NH_3 gyökökkel társulnak, más és más aminosavak keletkeznek. Az ilyen módon elméletileg föltételezhető számos vegyi csoportosulásból azonban a szervezetekben valóban csupán mintegy 15—20-féleség fordul elő. Ilyenek a monoamino-monocarbonsavak, mint pl. a glykokoll, a leucin és a tyrosin, valamint a monoamino-dicarbonsavakhoz tartozó asparagin és a glutaminsavak. A szintetikus kísérleteknél kitűnt, hogy az aminosavakat éppúgy lehet vegyületekké egyesíteni, mint a monosaccharidokat a szénhidrátok között, s ez analógia alapján az aminosavakat illetőleg di- és polypeptidekről beszélünk. Míg azonban a saccharidok összetételei egyszerűen a $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ molekulákra vezethetők vissza, addig a peptidek a legkülönfélébb aminosavakból¹ tevődhetnek össze. Ebben rejlik a fehérjék óriási bonyolultsága és száma.

¹ A legegyszerűbb aminosav az ecetsav (= glykokoll).

Nemcsak az egyes növényi és állati fajoknak, hanem még az egyéneknek is megvannak a maguk specifikus fehérjéik, amint azt az immunitásra vonatkozó újabb kutatások bizonyítják. A fehérjéket összetevő elemek a szervezetekben általában a következő arányokban fordulnak elő:

C.....	50—55%
O.....	19—24%
N.....	15—19%
H.....	6.3—7.6%
S.....	0.3—2.4%
Ph.....	0.4—0.85%

Ez elemek közül a két utóbbi nem állandó alkotórésze a protoplasmának.

A növények átlagos nitrogéntartalma valamivel magasabb (körülbelül 17 %) az állatokénál. Az említett szerves vegyületeken kívül szervetlenek is fordulnak elő az organismusokban. Ezek az élet szempontjából szintén nagyfontosságúak. Így pl. ismeretes a növények káliumszükséglete. Megemlítendők e csoportból ásványok — főként a Na, K, Ca és Mg chloridjai és sulphátjai — valamint a kén- és vas-savvegyületek. A sók egyébként nemcsak kémiai, de fizikai-

lag is lényeges szerepet töltenek be. Rendkívül fontos szerves vegyület a víz, amely a protoplasma 70—90 %-át alkotja. A növényvilágban, a táplálkozás módjából kifolyólag, jóval nagyobb a szerves vegyületek változatossága és szerepe, mint az állatvilágban, s a kettő közötti biokémiai különbség elsősorban a bennük előforduló szerves vegyületeken múlik, míg szerves vegyületeikben aránylag kevesebb eltérés állapítható meg.

Ezeket az élettudományi szempontból még e helyen is különös figyelemre méltandó kémiai megállapításokat a LIEBIG-féle „m i n i m u m t ö r v é n y“-nek ismertetésével zárom le. E törvény azt mondja, hogy vannak vegyületek, amelyek, mennyiségüket tekintve, az élő szervezetben egy bizonyos megszabott minimum alá nem süllyedhetnek anélkül, hogy a szervezet ennek kárát ne vallaná, s ezeket más vegyületek nem pótolhatják.

A sejt anyagát alkotó protoplasma fizika i sajátságairól csupán annyit jegyzek meg, hogy az a folyós és szilárd halmazállapot közötti kolloidális állapotban van, szivós („záh“) és plasztikus, tapintásra nyálkás, ragadós és

benne bizonyos szemcseáramlások figyelhetők meg. A protoplasma szerkezete — differenciálatlan állapotban — nagy általánosságban véve olyan, mintha apró gömböcskék hálózatából állana (ENTZ-féle „cytophan“-ok); azelőtt leginkább habosnak (spumosus) tekintették. A protoplasma halmazállapotát elég széles határok között változtatja, éppen úgy, mint más kolloidok. Egyes elemi alkatrészei szorosabban összetapadhatnak, az anyag sűrűbbé lesz, s ilyenkor azt mondjuk, hogy a protoplasma a s_0 1-állapotból a g_0 1-állapotba megy át. E folyamat reversibilitásában (megfordíthatóságában) áll az élet fizikai lehetősége, mert a fehérjék irreversibilis megalvadása halált okoz. Erre a fizikai folyamatra rendkívül nagy befolyást gyakorolnak az anorganikus sók, amelyeknek szabad ionjai — oldatban — a plasmában vannak, s e szabad ionok koncentrációjában beálló legcsekélyebb változás a plazmakolloidokban már igen nagy fizikai változásokat idézhet elő. Viszont az ionkoncentrációk nagyon könnyen változnak meg

kémiai behatások alatt, s e kémiai és fizikai kapcsolatban az életműködések lefolyásának egy igen fontos tényezőjét nyerjük.

Ezek után áttérek a sejt alaktani (morphologiai) viszonyainak rövid vázolására. Az idevonatkozó részletek a nagyközöniséget is közelebbről érdeklő életműködésekkel függnék össze, s így bizonyára kevésbbé szárazaknak fognak tűnni, mint e rövid kémiai és fizikai áttekintés. A soksejtű növények sejtjei cellulosa-nevezeti anyagot választanak ki. Ez az anyag alkotja a sejtfalakat, amelyek a protoplasmát mintegy „beskatulyázzák“ (v. ö. R. HOOKE: „boxes“, „cells“). Ilyen sejtfalak sem a proto-phyta (egysejtű) növényekben, sem az állatokban nem fordulnak elő. A fiatal soksejtű növények protoplasmája teljesen kitölti a „boxes“-t, míg a fejlődés, idősödés folyamán mind nagyobbá váló űr keletkezik a sejtfal és a protoplasma között. Ebbe az űrbe' a növény táplálkozásakor oldott tápanyagokat tartalmazó nedv kerül bele, mégpedig a sejtfalon keresztül, osmosis útján. Az osmosist

a növényeknél főként a növényfiziológiai téren nagy érdemeket szerzett W. PFEFFER tanulmányozta.¹ A Protophyták és az állati sejtek protoplasmája csupán protoplasmából

¹A növények nedvkeringésének folyamatát ezelőtt csupán a gyökérnyomással és a növényi test felületi párolgásával magyarázták. Sir JAQADIS CHUNDER BŐSE indiai bűvár legújabb vizsgálataiból azonban az tűnt ki, hogy a növények kérgének legbelső sejtrétege aktív lüktetőszervként működik, vagyis analóg az állati szervezet szívével. Érdekes, hogy BŐSE vizsgálatai azt is kiderítették, hogy a növényeknek ingervezető készülékük van, amely viszont az állati szervezet idegrendszerének analogonja. A növények tehát mintegy „idegületet“ is élnek, „éreznek“, „alusznek“, stb. A kiváló indiai szakember nagyjelentőségű kutatásai ilyen módon lényegesen letompították a növényi és állati szervezet között eddigelé feltételezett fiziológiai különbségeket. BŐSE idevágó tanulmányai ezenkívül új fényt derítettek az élettelen és élő anyag között rejlő különbözőségek kérdésére: kísérletei folyamán arra a megdöbbentő eredményre jutott, hogy az élettelen anyag, pl. a fémek, ugyanolyan ingerlékenységi jelenségeket árulnak el, mint az élő szervezetek. Így pl. az ólomra vonatkozólag BŐSE megállapította, hogy bizonyos fizikai módszerek alkalmazásával fokozott ingerlékenység érhető el, viszont mások hatására, mérgezési tünetek következményeként, az ingerlékenység megszűnik, míg a túlságos ingerlés „ingerhalál“hoz („Reiztod“) vezet. Ily módon, különösen az elektromos hatások tanulmányozása kapcsán, egyre jobban elhomályosul az Élettelen és Élő között régebben oly élesen megvont határ.

álló felületi hártyát, pellicula-t, illetőleg: cuticula-t választ ki, ez azonban egyes primitív sejtsoportosulásoknál hiányozhatik is (s y n c y t i u m).

A sejtek a l a k j a rendkívül változó. A sejt eredeti formája gömbszerű, de ez az ősi alak, a szomszédos sejtek nyomása következtében vagy a differenciálódás folytán, nagyon sokféleképpen módosulhat; lehet gömbded, lapított, csőszerű, kerekded, tojásdad, elágazó, lándzsahegyhez hasonló, stb., stb. Mindez alakok még a sejt külső „organellái“ (1. az alábbiakban) által komplikálódnak, főként a „szabadon élő“ sejtek esetében, vagyis a véglényekben (P r o t o z o a) és a Protophytákban. Hasonlóképpen változik a sejt n a g y s á g a. A legnagyobb sejtek a madarak és hüllők tojásai, azaz megtermékenyített petesejtjei, melyek a női ivarszervek speciális sejtjei által kiválasztott védőburokkal („héj“)¹ ellátva kerülnek a napvilágra. Tekintélyes méretűek továbbá az idegsejtek is; a központi idegrendszerből és az i d e g d ú c o k b ó l (ganglion) kiinduló n e u r i t e k (vagyis az idegek)

¹ Ez a védőburok tehát nem magának a petesejtnek terméke, s így ez nem állítható párhuzamba a nővényi sejtfallal.

a különféle állati alakok nagyságához mérten változnak, s nagytestűeknél, mint pl. az elefánt, a cetek, a kihalt óriás-hüllők és -emlősök, több méter hosszúságra nőnek, illetőleg nőttek meg. A legkisebb sejtek a baktériumok és ezeknek spórái. E szélsőséges méretektől eltekintve, a sejtek nagysága átlag $5\ \mu$ (azaz 5 mikron; $1\ \mu = 0.001\ \text{mm}$) és $0.5\ \text{mm}$ közt ingadozik. A sejtek kicsinységének fiziológiai oka van: a sejt életműködése folyamán anyagcserét folytat környezetével; ennek a folyamatnak a mértékét a felületnek a térfogathoz való aránya szabja meg. A térfogat növekedése tudvalevőleg a köb szerint, a felületé ellenben csak a négyzet szerint megy végbe. Ilymódon a sejt növekedése folyamán olyan tömeget ér el, hogy a külvilággal folytatott anyagcsereje már akadályokba ütközik, vagyis az anyagcsere elégtelenné válik. Ekkor a sejt kettéoszlik, s az anyagcsere megkívánta köbtartalom-felzínarány újra helyreáll. Ezt az arányt az izom- és idegsejtek részben felületüknek elágazások útján történő na-

gyobbításával is el tudják érni,¹ míg a néha óriási méreteket megütő termékenyített petesejt esetében a nagyság főként a tartaléktápanyagok következménye; utóbbiakban tehát a tulajdonképpeni élőállomány maga csak csekély térfogatú, s így az adott felület elegendő a sejt anyagcseréjének lebonyolítására. — A sejtek oszlásának folyamata, GURWITSCH orosz bűvár érdekfeszítő sejtleletani kutatásainak eredménye szerint, részben a sejtek sugárzásán, az úgynevezett mitotikus (sejtoszlási) sugarak hatásán alapul. E sejtsugarak oszlásra ingerlik a környező sejteket, s ezeknek köszönhető a sebek gyors gyógyulása, akár állatról, akár növényről van szó. A mitotikus sugarakat a sebfelület elroncsolt sejtjei bocsátják ki, úgyhogy valamely szervezet élő sejtjeiből készített mesterséges sejtpép alkalmazásával siettethetjük az illető lényen ejtett se-

¹ Idegsejteink — sajnos — postembryonálisan már nem oszlóképesek, de alacsonyabbrendű állatoknál, még a gerincesek között is (főleg kétéltűeknél [A m p h i b i a], részleteikben (a neuritok) vagy egészben (tehát az idegdúcokkal együtt) regenerálódhatnak, mint pl. egyes féregknél amputáció vagy öncsonkítás (autotomia) esetében.

bek gyógyulását. Bizonyos idő múltán a sejtek elvesztik sugárzóképességüket. A sejtsugarak hullámhosszúsága, GURWITSCH méreteit tartva szem előtt, nagyon rövid, még az ibolyántúli (ultraviolet) sugarakénál is rövidebb. Ha az egyes sejtek „kolóniákban“ csoportosulnak, s már nem képesek külön egyéni életet folytatni, akkor e sejtcsoportosulásokat *szöveteknek* (histion) nevezzük. Ha viszont a szövetek csoportosulnak bizonyos élet-tani működéseket végző egységekké, akkor *szervek* (orgánum) keletkeznek. A szervekre emlékeztető differenciálódást azonban a sejteken belül is megtaláljuk, és ezeket a protoplasmikus differenciálódásokat *sejtszervecskének* (organellum) nevezzük. Az organellák leggazdagabb kifejlődését természetesen a véglényekben (Protozoa) találjuk meg, mert hiszen ezeknek, szabad egyéni életet folytatván, sokkal többféle működésre kell berendezve lenniük, mint az egy irányban specializálódott szöveti sejteknek. Ilyen sejtszervecske a már említett sejthártya, míg a növények sejtfala, amely a protoplasma állományból már kivált, éppoly kevésbé fogható fel organellumnak, mint az

egyes állati sejtek által kiválasztott úgynevezett sejtközötti állomány.

Minden sejtet egyaránt jellemző organellum a sejtmag (nucleus), s látszólagos hiánya csupán a sejtmagot alkotó karyoplasma (vagy nucleoplasma) elemeinek a sejt élete folyamán időszerűleg fellépő és a sejtnek a sejtmagon kívül fekvő plazmájába (cytoplasma) történő elszóródására, illetőleg elkeveredésére vezethető vissza. Eddig csupán a baktériumokban nem tudunk differenciálódó sejtmagot felfedezni, de itt is vannak a spóraíermelő tájakon bizonyos apró képződmények — ezeket A. MEYER formolfuchsin festési módszerével mutatta ki — amelyeket sejtmagnak kell tartanunk. Igaz, hogy ezeket a sejtmagvakat a baktériumok közül eddig csak a spóráképző alakoknál (*Bacillus asterosporus*, *B. tumescens*, *B. amylobacter*, *Sarcina* és *Micrococcus*) sikerült megtalálnunk, de föltehető, hogy a többi baktériumban is megvannak, s megállapításuk csupán módszertani okoknál fogva nem sikerült. De az is lehetséges, hogy a baktériumok a törzsfajlódásileg legrégebb fokot képviselik, vagyis, hogy ben-

nük a magot felépítő úgynevezett nucleoláris anyagok (így elsősorban a náluk is kimutatható chromiolák) az egész sejt plasmájában elszórva fordulnak elő. A sejtmagot a maghártya veszi körül. A karyoplasma anyagai közül legfontosabb a chromatin. Ezt túlnyomó részében a bázikus vegyhatású festékek színezik; alaktani tekintetben, a mag fejlődésének különböző stádiumai szerint, szemcsék (chromiolon), rögök (chromomer) és fonalak (chromosoma) képében jelenik meg. A chromatin a ROUX-féle „gestaltliche Selbstregulation“ kiindulási pontja, ez az örökítő anyag. Ezt nevezte el NÁGELI német botanikus, elméleti alapon, idioplasmának. A chromatin alkotta alkos elemekhez a lángezü WEISMANN jutott el, és eredetileg pusztán elgondolás útján kidolgozott öröklődési teoriájában az „idans“-ok a chromosomáknak, az „id“-ek pedig a chromioláknak felelnek meg. A mikroszkopiai kutatás haladása WEISMANNnak úgy ezt a kora tudását meghaladó elméletét, mint pedig a szaporodás sejttani folyamatánál szereplő chromatin-redukcióra vonatkozó elméletét lényegileg fényesen igazolta. Erről a kérdéstről

majd a sejt életével kapcsolatban lesz szó. A magban l i n i n b ő l álló h á l ó z a t van, ezen tapadnak meg a chromatin-szemcsék és -rögök. Néhány alacsonyrendű sejtípustól eltekintve, az oszlás előtt a linin növény- és állatfajonként meghatározott számú fonálra darabolódik, s ezeket a chromiolák egyöntetűen bevonják: így alakulnak ki a megszabott formájú chromosomák. Fiziológiai nézőpontból a chromatin fogalmán belül az anyagcserében szereplő t r o p h o c h r o m a t i n - t és a legszorosabban vett örökítő anyagot képviselő i d i o c h r o m a t i n - t különböztetjük meg. A magban gyakran észlelhető a lininből álló m a g v a c s k a, vagyis a nucleolus. Ha a magvacskát nemcsak linin (= plastin), hanem linin é s c h r o m a t i n alkotja, akkor k a r y o s o m a (= „magtest“) a neve. A magot egyébként a m a g n e d v (enchylema) tölti ki. Ezek tehát a magot felépítő plasma, az úgynevezett karyoplasma differenciálódásai.

A sejt többi részét a c y t o p l a s m a alkotja. Ez általában véve a valamivel tömörebb e k t o p l a s m a - rétegből és a kissé hígabb e n t o p l a s m á b ó l áll. A cytoplasmában r o s t o k (fibrillum) is előfordul-

hatnak. A cytoplasma savas vegyhatású festési reakciókat ad. Némelykor a karyoplasmából egyes chromidiumok kikerülhetnek a cytoplasmába. Végül megemlíten-dő még a TH. BOVERI által fölfedezett centriolum, amely az oszlókészülék segítségével, tehát a mitotikusan osztódó sejtekre jellemző. A centriolum körül rendszerint differenciálódott cytoplasmatikus — de bázikusan festődő — zóna lép fel, a BOVERI-féle centrosoma. Első leírója VAN BENEDEN. A centrosomát egy második cytoplasmatikus zóna, a centrosphera veszi körül, ezen kívül pedig a sugarakat (radii) feltüntető archoplasm (ἀρχος ~ vezér) foglal helyet. Mind e struktúrák teljességükben csakis a mitotikusan oszló sejtek osztódási szaká-ban figyelhetők meg. Némelykor a centriolum a mag zárványaihoz tartozik, s a magból kerül ki a cytoplasmába, akár a chromidiumok, ami — erős bázikus festődésével együtt — nucleoláris eredetére vall; de viszont magtalanított cytoplasmában is keletkezhetnek új centriolumok. Centriolum és centrosoma erősen fénytörők.

Ezek a sejt legfontosabb alkotórészei. Eze-ken kívül, főként a Protozoákban, még számta-

lan struktúrát ismerünk, ismertetésükbe azonban e helyen már nem bocsátkozhatom, s csupán annyit jegyzek meg, hogy e magszervecskék a sejt különböző életműködéseinek, például 1. fényérzés, 2. mozgás, 3. önvédelem, stb. szolgálatában állanak, mint 1. a stigmák, 2. a ciliák és unduláló hártványok, meg 3. a trichocysták.¹ Általában véve mozgási, védő, táplálkozási és érző organellákat különböztetünk meg. Ezek együttvéve az e u p l a s m a t i k u s organellák, szemben az a l l o p l a s m a t i k u s organellákkal, amelyekhez a különböző belső és külső vázak, a trichocysták, a támadásra is alkalmas trichitek és a fegyverül szolgáló, de némelykor a spórák elterjedését és rögzítését eszközlő nematocysták² tartoznak. Az e u p l a s m a t i k u s és a l l o p l a s m a t i k u s organellák együttvéve a p l a s m a t i k u s organellák főcsoportját alkotják, míg a mag és részei, valamint a centriolum és a színes anyagokat tartalmazó c h r o m a t o p h o r á k (festéktesvecskék) az úgynevezett a u t o n ó m organellák főcsoportjába sorolandók.

¹ Ez utóbbiak spirálisan becsavarodott, kilövelhető „csalán“-szervecskék.

² Az imént említett trichitekkel együtt a trichocystákkal rokon képződmények.

Mindezekből láthattuk, mily végtelenül bonyolult csupán egyetlen egy sejtnek a felépítése is, és hogy ebben a különféle protoplasmatis szerkezetek, sőt magának a protoplasmának elemi fizikális struktúrája — egészen eltekintve a ROUX-féle, eddig ismeretlen „metastrukturától“ — egy biológus találó hasonlatával élve, mindmegannyi miniatűr laboratóriumot jelentenek. E miniatűr laboratóriumok képviselik az élet elemi székhelyét, s bennük játszódnak le az élet legkomplikáltabb fizikokémiai folyamatai. A sejtre vonatkozó rövid szemlélődésünket a sejt életének ama részéről szóló néhány megjegyzéssel fejezem be, amely alapot nyújt a közérdekű öröklés tan problémájának megérthetésére.

Minden szaporodás végeredményben sejtosztódáson alapul. Ez kétféleképpen történhetik: amitotikusan vagy mitotikusan. Az osztódás legegyszerűbb és legkezdetlegesebb — egyben legősibb — alakja az amitotikus osztódás. Ez abban áll, hogy az osztódni készülő sejt befűződik, és a befűződés tovább terjedvén a mag is kettéoszlik, s a sejtből két új sejt keletkezik. A sejtosztódásnál a fióksejtekre átszármazó cytoplasma-

mennyiség csak többé-kevésbé egyenlő, míg a karyoplasma meglehetősen pontosan felébe válik. Chromosomák az oszlás emez alakjánál nem szoktak fellépni. A sejtoszlás második — gyakoribb — neme a mitotikus osztódás. Ennél a karyoplasmában foglalt chromatinanyag pontos megoszlását bonyolult szerkezet szabályozza. A sejtoszlás e neménél a sejt két fő-fázison (prophasis és metaphasis) keresztül előkészül az osztódásra, a harmadik fő-fázisban (anaphasis) maga az osztódás megy végbe, míg az oszlást követő telophasisban a két újonnan keletkezett fióksejt magja arra készül, hogy ismét az úgynevezett „nyugalmi helyzetbe“ térjen. Már említettem, hogy a növényi és állati fajokat a chromosomák bizonyos száma jellemzi. Azt is említettem, hogy ezek a chromosomák az osztódás előtt alakulnak ki a magban. A chromosomák tehát nem tekinthetők állandó jellegű egyéneknek, hanem csupán az oszlásra kialakuló „taktikai csoportokéként foghatók fel. Mivel a fióksejtekben ugyanannyi chromosomának kell lennie, mint az anyasejtekben, természetesen, hogy a chromosomáknak meg kell oszlaniuk. A chromosomák

megoszlását külön mechanizmus végzi, e mechanizmus mozgató erejét pedig az oszlásnál két részre osztódó és a mag két ellentétes pólusánál elhelyezkedő centriolum szolgáltatja. Kivételesen több centriolum is előfordulhat. A centriolumot, illetőleg centrosomát körülvevő centrosphaerát a mag aequatoriális síkjába rendeződött és kettéhasadt chromosomákkal az archoplasmában helyetfoglaló sugarak (radii) kötik össze, és a két, poláris irányban elhelyezkedő centriolum egyik felületet az egyik, másik felületet a másik keletkezésben lévő fióksejtbe húzza. Ezzel kapcsolatban az itt aránylag kevés szerepet játszó cytoplasma is kettéválí, amire a sejtosztódás folyamata befejeződik. A mitotikus oszlásnak ez az egyszerű alakja az aequatiós oszlás — magyarul, SOÓS * nyomán, ikeroszlás — „mert két teljesen egyenlő értékű új sejtet, illetőleg sejtmagvat eredményez“.² A szaporodásnak ezt a pusztán oszlásból álló módját *ivartalan szaporodásnak* nevez-

¹ SOÓS LAJOS, A *Helix arbustorum* hím csírasejtjének fejlődése. (Annál. Mus. Nation. Hung., VIII., Budapest, 1910, 231—304. old., VII—XI. táb. és 1 szövegrajz.)

² Id. mű, 242. old.

zük. Az oszlásra vonatkozólag megjegyzendő, hogy van teljes és részleges oszlás; utóbbit a szakirodalom „bimbózás”¹ névvel jelöli. Ivartalanul az egysejtű lényeknek egy része szaporodik, valamint a többsejtűek somatikus² sejtjei. Ezzel szemben áll az ivaros szaporodás, amidőn két külön nemű csirasejt egyesüléséből keletkezik egy új sejt, amely azután ikeroszlással tovább osztódva soksejtű lénynek adhat életet. Az ivartalan szaporodás örökléstanilag egyöntetű, kevés egyéni variációt feltüntető egyéneket eredményez. Ilyenek különféle somatikus sejtjeink egymást követő nemzedékei is. Ezzel szemben az ivaros szaporodású fajok körében tág tere nyílik az egyéni variációk lehe-

¹ A bimbózás esetében a mag megoszlik, de a cytoplasma több-kevesebb ideig összefüggésben marad az anyasejttel, úgyhogy kolonia-jellegű csoportok keletkeznek.

² örökléstanai nézőpontból a többsejtű szervezet sejtjeit két csoportra tagoljuk: generatív, vagyis csirasejtekre (= ivarsejtek) és az utódok nemzésére képtelen, csupán az illető egyén életét szolgáló, „testi”, azaz somatikus (*τὸ σῶμα* — test) sejtekre.

tőségének, részben 1. a két különböző egyén chromosoma-elemeinek (chromioláinak, idjeinek) egy szervezetbe való egyesítése által, részben pedig 2. a két különböző egyéntől származó idek új jellegeket eredményező különféle kombinálódási lehetősége (mendelizmus) révén, valamint, last not least, 3. az itt szereplő úgynevezett redukciós osztlás sajátosságából kifolyólag. Mielőtt áttérnék a redukciós osztlás lényegének ismertetésére, meg kell jegyeznem, hogy az ivarosán szaporodó alakok között is vannak bélyegeikben messzemenőleg megállapodott (fixált) alakok, s ezek éppoly kevés egyéni variációt mutatnak, mint akár az egysejtűek ivartalanul szaporodó primitív képviselői. Viszont ez utóbbiak körében is előfordulhatnak bizonyos egyéni variációk, akár a környezetnek az „alaki önszabályozásnál“ erősebb hatású tényezői folytán, akár pedig, felfogásom szerint, esetleg, chromioláik potenciális tekintetben való különbözőségének következményeképpen. Variációt idézhet elő továbbá az ivartalanul szaporodó véglények

között előforduló úgynevezett k o n j u g á c i ó jelensége is; erről a „megifjodási aktus“-ról majd az alábbiakban lesz szó. Ehelyütt, az öröklésre vonatkozó nézeteim megértése szempontjából, még ki kell emelnem, hogy amidőn ahhoz a felfogáshoz csatlakozom, hogy a chromosomák nem állandó egyének, hanem csupán chromiolák taktikai csoportjai, a chromiolák eme csoportosulási módjában szükségszerűen bizonyos fokú, biológiai affinitásukon alapuló állandóságot tételezek fel. Mivel az ivaros szaporodás egy hím és egy női csirasejt egyesüléséből áll, a chromosomák száma a generációk folyamán nemzedékeként növekedne, még pedig, ha egyívású egyének párosulásából indulunk ki, az arithmetikai haladvány szerint, azaz generációról generációra megkét-szereződve. Ezzel szemben a chromosomák számának, ha nem is abszolút, úgy mégis nagymérvű állandóságát tapasztaljuk, s az itt-ott egy faj keretén belül mutatkozó számbeli eltérést általában véve a kisebb számban előforduló chromosomák örökléstani többértékűségére (plurivalentia) vezetem vissza, a teljes számban előforduló egyes chro-

mosóinak egyértékűségével (univalentia) szemben. így például az *A s c a r i s megalocephala* CLOQ.¹ esetében a chromosomák teljes száma (normál-szám) 4, ahol a négy chromosoma mindegyikét egyértékűnek tekintem, míg a 2 chromosomás *A s c a r i s*-sejtek chromosomáinak mindegyikét kétértékűnek tartom. Ebből az alaptól kiindulva tehát a 2 chromosomás *A s c a r i s* nevezendő bivalensnek, a 4 chromosomás pedig univalensnek, ellentétben az eddig általánosan elterjedt és egyöntetűen elfogadott, de nézetem szerint hamis értelmezésen alapuló felfogással, amely éppen a 2 chromosomás *A s c a r i s*-t mondja univalensnek, a négy chromosomását pedig bivalensnek; e megjelölés eddigi ismereteink szerint csupán fejlődésmechanikai jellegű, s nem használható oly alakban, mintha rendszertani jelentőségű volna. A somatikus sejtek chromosoma-száma rendszerint megegyezik a csira-sejtekéivel, mert hiszen testünk minden egyes sejtje csupán egyetlen sejtnek osztódási folya-

¹ Élősködő bélféreg.

matából keletkezett; e sejt pedig az atyai és anyai csirasejt egyesüléséből jött létre (termékenyített petesejt, o v o s p e r m i u m) és a specifikusan jellemző chromosoma-számot tünteti föl. Az embernek 24 chromosomája van; a legcsekélyebb chromosoma-szám 2 (bivalens), az A s c a r i s-nál, a legmagasabb pedig 168 (univalens), az A r t e m i a nevű P h y l l o p o d a-rákocskánál. Az ivarosán szaporodó állatok chromosomáinak számát rendszerint az ivarsejtek oszlásával összefüggő csodálatos folyamat szabályozza. A. WEISMANN volt az, aki e szabályozó folyamat nyomára akadt, még pedig kizárólag elméleti alapon, pusztán a chromosomák („idans“-ok) számának állandóságát tartva szem előtt. Ez a csodálatos folyamat a r e d u k c i ó s o s z l á s; ezt magyarul, SOÓS nyomán,¹ csökkentő oszlásnak nevezzük. Hogy a redukciós oszlást megértsük, vessünk egy pillantást az ivarsejtek egyéni kialakulására a Metazoa² körében, hiszen ez a szaporodás alább röviden összefoglalt száрма-

¹ Id. hely.

² A többsejtű állatok gyűjtőneve, az egysejtűekkel (Protozoa) szembein. (V. ö. 111—112. old.)

zástani fejlődésmenete szempontjából is, ennek legmagasabb fokaként, rendkívül érdekes.

1. A mindkét nembeli ivarsejtek a petefészek, illetőleg a herék úgynevezett csirahámjában keletkeznek, még pedig az ezek szervek falát felépítő hámsejteknek, a csirahámnak differenciálatlan sejtjeiből. Ezek a kezdetleges ivarsejtek még nagyon hasonlóak a csirahám „indifferens” sejtjeihez. Az ebbe a zónába tartozó női csirasejteknek ovogonium, a hím csirasejteknek pedig spermatogonium a neve. A női és hím csirasejtek fejlődésük e szakában alig különböznek egymástól. Ezek a sejtek szabályos ciklussal szaporodnak, több nemzedéket hozva létre. Az egymást követő sejt-nemzedékek száma nincsen meghatározva, és fajok szerint változik, sejtjeik pedig meglehetősen egyenlő nagyságúak. Még speciális tanulmányok folyamán is igen nehéz e generációk számát megállapítani; ANCEL francia bűvár az éti csigánál (Helix pomatia L.) 2 ilyen sejt-nemzedéket állapított meg, s ezeket I-rendű és II-rendű ovogoniumoknak, illetve spermatogoniumoknak nevezte. Általában úgy tartják, hogy az embryo csirahámjában van-

nak olyan sejtek is, amelyek nem alakulnak át csirasejteké, hanem az utóbbiaknak táplálékanyagot szolgáltatnak (t r o p h o c y t á k). ANCEL az éti csiga embryójánál a csirasejteket a csirahám nagyobb sejtjeiből származtatja, míg a kisebb sejteket „indifferens hámsejtekének tartja.

2. Az ovogoniumok és a spermatogoniumok osztódásaik folyamán a csirazónából a nyugalmi vagy növekedési zónába jutnak, ahol mindkét nembeli sejtek tekintélyesen megnövekednek („a u x o c y t á k“), a női sejtek jobban, mint a hímneműek. E fokozatosan növekedő, de nem osztódó („nyugalmi“-periodusban lévő) sejtek az o v o c y t á k és s p e r m a t o c y t á k. Köztük most már egyre nagyobb különbségek alakulnak ki.

3. A nyugalmi zónában eltöltött idő után az ovo- és spermatocyták belejutnak az é r é s i z ó n á b a . Utoljára a csirazónában oszlottak. Most, midőn az érési zónába értek, de még itt sem osztódtak, egész fejlődésük folyamán a legnagyobbak. Ezek az I.-r e n d ű o v o -, illetőleg s p e r m a t o c y t á k . Az I.-rendű ovo- és spermatocytákban eleinte nyugalmi

helyzetben faláljuk a magot. A mag a sejtnék egyik pólusához húzódik, chromatin-anyaga tömörült; később a chromatin ismét lazul, és fonalszerűvé (s p i r e m a - s t á d i u m) válik. Idáig tart az I.-rendű ovo- és spermatocytákat jellemző, úgynevezett s y n a p s i s -állapot; az ebben az állapotban levő sejtek a s y n a p t o c y t á k . A gomolyból (spirema) lassanként kialakulnak a c h r o m o s o m á k , közben a maghártya föloldódik: az I.-rendű ovo-, illetőleg spermatocyta osztódásra készül, s ezzel megkezdí a f e j l ő d é s t a n b a n és ö r ö k l é s t a n b a n oly fontos szerepet játszó, sokat kutatott és sokat megvitatott é r é s i o s z l á s a i t . Ilyen k e t t ő v a n .

Az érési osztlásokból kikerülő sejtnevezédek életképességét tekintve lényeges különbség merül föl a női és a hím csirasejtek között. A h í m csirasejtek esetében az I.-rendű spermatocyta kettéoszlik, s belőle két II.-rendű spermatocyta keletkezik; ezeket p r a e s p e r m a t i d á k n a k is nevezzük. Utóbbiak ismét kettéoszlanak, s így a k é t p r a e s p e r m a t i d á b ó l négy s p e r m a t i d a származik. A spermatidák már nem oszlanak többé, hanem bizonyos alaki változásokon

menve keresztül érett hím csirasejtekké (spermium vagy spermatozom) válnak. Ez osztódás folyamán a sejtek fokozatosan kisebbednek. Egy I.-rendű spermocytá fejlődési végeredménye tehát négy spermium. Ezzel ellentétben a női csirasejtek érési oszlásakor az oocytá (melynek magját „csirahólyagnak“ [„Keimbläschen“], magocskáját [nucleolus] pedig „csirafoltnak“ [„Keimfleck“] nevezzük) cytoplasma-tömege nem oszlik meg egyenlően, mint a spermocytáké, s az oszlás tömege b e l i egyenlősége itt csupán a karyoplasmára (a magállományra) szorítkozik. Az eredmény ilymódon mind a két érési oszláskor egy az előző, azaz oszlani készülő sejt-nél csak valamivel kisebb sejt, ez a II.-r e n d ü o v o c y t a, illetőleg az ebből keletkezett érett, petesejt vagy ovum, és egy-egy apró, a II.-rendű spermocytáknál is kisebb sejtecske, vagyis az I. és a II. p o l á r i s t e s t. Úgy az első, mint a második érési oszlás esetében a poláris testek az anyasejt polárisán elhelyezkedett magjának két, tömegét tekintve körülbelül egyenlő részre való oszlása révén keletkeznek, s kevés cytoplasmát magukkal

ragadva lépnek ki az I.-, illetőleg a II.-rendű ovocytából. Ez oszlás alkalmával a poláris testek az anyasejthez odatapadva maradnak, úgyhogy a poláris testek kilökésének folyamata inkább bimbózásnak, mint szabályos oszlásnak volna tekinthető. A női csirasejtek szabályszerű érési oszlásainak eredménye tehát a következő: az első érési oszláskor az I.-rendű ovocytából egy nagy II.-rendű ovocyta és egy kis I. poláris test keletkezik, míg a II.-rendű ovocyta osztódásából egy tőle nagyság tekintetében alig eltérő érett petesejt (ovum) és egy kicsiny II. poláris test származik. Míg tehát a spermatozoum esetében az I.-rendű spermatocytából négy életképes spermium keletkezett, addig az I.-rendű ovocyta végső oszlási terméke egy életképes, érett petesejt (magja az „Eikern“) és két kis poláris test. Az I. poláris test gyakran még egyszer osztódik (pl. piócákban, Molluscákban, stb.) s csak azután pusztul el. K i v é t e l e s e n az is előfordulhat, hogy az I.-rendű ovocyta oszláskor majdnem két egyenlő részre válik, s az ekkor keletkezett I. poláris test — bár eggyel korábbi sejtnemzedékhez tartozik, mint az érett pete (utóbbi a II. poláris test kilökése

folytán keletkezik) — megtermékenyül, s embryová fejlődik, Ezt az esetet egyes férgek-nél és puhatestűeknél (Mollusca) figyelték meg. Ilyenkor azonban, a poláris test oda lévén tapadva a II.-rendű ovocytához, illetőleg a belőle keletkezett ovumhoz, termékenyítés után ugyanabban a petehéjban i k e r e m b r y o k keletkeznek.¹ A poláris testből fejlődött embryo sorsáról nem sokat tudunk, s lehetséges, hogy az alsóbbrendű állatoknál életképes egyén fejlődhetik ki belőle, hacsak föl nem szívódik (?), avagy bizonyos torzképződmények (monstruositas) keletkezését nem eredményezi. Némelykor bizonyos torzképződmények keletkezését még az emlősöknél is (pl. házinyúl, kutya) megtermékenyített poláris testeknek tulajdonítják. A II. poláris test már nem igen szokott oszlani, s — még oszlása esetén is — rövidesen elpusztul. A s z ű z n e m z ő - d é s (parthenogenesis) alkalmával a II. poláris

¹ Az iker-embryok keletkezésének ez a módja nem tévesztendő össze a valódi ikerképződéssel, amely két vagy több egyidejűleg megtermékenyített petére, vagy pedig az e g y megtermékenyített petéből származó magzatsejt-tömegeknek — fejlődésük különböző szakában bekövetkezhető — külön egyéne k r e való t a g o l ó d á s á r a vezethető vissza.

test nem fejlődik ki, azaz csupán egy érési oszlással állunk szemben, s a második érési oszlást itt csupán a sejtmagban végbemenő, az oszlást megelőző, de mihamar megszűnő tünetek („elnyomott oszlás“) jelzik.

Ezek az érési oszlások azért oly fontosak fejlődéstani és örökléstani szempontból, mert ezekkel kapcsolatos a chromatin-redukció, vagyis a chromosomák normál-számának fellényire való csökkentése. Mielőtt ennek a folyamatnak rövid ismertetésébe bocsátkoznám, meg kell még jegyezni azt, hogy a hím csirasejt esetében a termékenyítési aktus, azaz ennek a női csirasejtbe való behatolása — amely úgy az előbbinek, mint az utóbbinak különféle alaktani és állagbeli sajátossága által van megkönnyítve, s fiziko-kémiai tulajdonságokon alapul — csakis akkor lehetséges, ha a hím csirasejt már mind a két érési oszlását bevégezte. Ezzel szemben a női csirasejtekre vonatkozólag két eset lehetséges. Vagy itt is úgy van, mint a hím csirasejteknel: hogy a megtermékenyítés folyamata csupán az érési oszlásokon keresztül-

ment sejt esetében kezdődhetik, vagy pedig, hogy a spermiumnak a női csirasejt plasmájába való behatolása s a női csirasejt két poláris testének kilökése időbelileg többé-kevésbé összeeső folyamatok. Utóbbi esetben azonban a spermium magállománya csupán akkor egyesülhet a női csirasejt magállományával, amikor ez utóbbi a poláris testeket már kibocsátotta magából, tehát már nem ovocyta többé, hanem ovum. Amíg ez a folyamat be nem végződött, a spermiumnak csupán a cytoplasmája egyesül az ovocyta cytoplasmájával, a két s e j t m a g (a hím és a női) pedig az immár közössé vált cytoplasmában vár az egyesülés lehetőségére. A termékenyítés sejtteni lefolyásának ezt az alakját találjuk pl. a *N e m e t o d a*-férgéknél is, így a lóban élősködő és a sejtteni irodalomban nevezetes *A s c a r i s m e g a l o c e p h a l a* esetében. Lássuk már most a chromatin-redukció lefolyását.

A redukció lényegét világos egyszerűséggel tárja elénk az érési osztlások lefolyásának az a módja, amelyet tipikus WEISMANN-féle redukciónak nevezünk. Ennél az osztlásnál az első érési

oszlás ikeroszlás (aequatiós), míg a második csökkentő (redukciós) oszlás. Ha pl. valamely elsőrendű ovo- vagy spermacytában 4 chromosoma-egyén van, s ezeket a, b, c és d betűkkel jelezzük, úgy az első érési oszlásból származott másodrendű ovo-, illetőleg spermacyta $\frac{1}{2}$ a, $\frac{1}{2}$ b, $\frac{1}{2}$ c és $\frac{1}{2}$ d chromosomát fog tartalmazni, tehát a másodrendű ovo-, illetőleg spermacytában az elsőrendű ovo-, illetőleg spermacyta eredeti 4 chromosoma-egyéneke mindenike képviselve lesz. Öröklés-tanilag az í l y e n s e j t, az örökléstani főegységeket, a WEISMANN-féle „idans“-okat¹ tekintve, az előző sejtnevezésekhez tartozó anyasejtjével lényegileg egyenértékűnek vehető. Az első érési oszlást követő második érési oszlás alkalmával azonban a másodrendű ovo-, illetőleg spermacytában foglalt a-, b-, c- és d-elemek már nem oszlanak tovább, hanem a 4 chromosoma közül csak 2 kerül bele az ovumba, illetőleg a spermiumba. Így az ovum és a spermium chromosomáinak száma a jellemző nor-

¹ V. ö. 127. old.

mál-számnak a felével lesz egyenlő. Az ilyen chromosomákat félszámban, azaz redukáltan tartalmazó női és hím ivarsejt-magvaknak, az úgynevezett női és hím pronucleusoknak az egyesülésében áll a termékenyítés sejtfiziológiai aktusa. Ennek az egyesülésnek eredménye a barázdálódási mag („Furchungskern“, ovospermium), amely a chromosomákat ismét a normál-számban tartalmazza (példáknál $2+2=4$), s a fejlődő embryonak legelső egyéni jellegű kezdeménye. Ez a folyamat oldja meg azt a biológiai feladatot, hogy a két különböző ivarú mag egyesüléséből keletkező új egyének chromosomaszáma a nemzedékek folyamán egyenlő maradjon, s ne növekedjék az arithmetikai haladvány szerint.¹ De a redukció nemcsak ebből a szempontból fontos, hanem örökléstanilag is. Amint az előzőkben láttuk, a chromosomák az örökítő anyagnak, tehát minden alaktani és fiziológiai tulajdonságnak hordozói, s így a chromosomákban, azaz, a WEISMANN-féle örökléstan kifejezéssel élve,

¹ A szűznemződés esetében (l. 144—145. old.) a redukció természetesen elmarad,

az idansokban foglaltatnak a későbbi nemzedékek testi-lelki sajátságait meghatározó vagy — részben — ezekre hajlamossá tevő „determinánsok“ (WEISMANN). A determinánsok ennél fogva potenciálisan magukban viselik az utódok lényeges tulajdonságait, s e tulajdonságok révén sorsukat részben már előre megszabják. Habár a chromosomák a t chromiolák taktikai csoportjainak tekintették, mégis megszabott mértékű egyéniség fogalmát kell hozzájuk fűznünk, mert hiszen a chromiolák csoportosulási módjában szükségszerűen bizonyos fokú, biológiai affinitásukon alapuló állandóságot tételeztem fel.¹ Ilymódon a redukció folyamata egyfelől, s a két külön nemű sejt egyesülése másfelől, tág teret nyit az öröklési lehetőségeknek. Az utóbbi mozzanat jelentősége nyilvánvaló s közismert, így csupán még csak az előző szerepére óhajtok a fenti példa kapcsán rámutatni. Az első érési oszlás megtörténtével valamely a, b, c és d chromosomákkal rendelkező női, illetőleg hím ivarsejt e chromosomákat $\frac{1}{2}$. a, $\frac{1}{2}$ b, $\frac{1}{2}$ c és

¹ V. ö. 132. old.

$\frac{1}{2}$ d alakban tartalmazta, tehát a-, b-, c- és d-elemek voltak meg benne. Tartsuk meg az így keletkezett másodrendű ovocyta chromosomáinak megjelölésére az a, b, c és d jelzést, míg a vele egyesülendő másodrendű spermacyta négy chromosomáját jelöljük meg α , β , γ és δ -val. A négy chromosoma egymásközt, részlet-sajátságok tekintetében, nem lévén egyenértékű, a női és a hím pronucleus potenciálisan más és más örökléstanai lehetőségekkel rendelkezik, aszerint, hogy a redukciós oszláskor az eredeti 4 chromosoma közül mely chromosoma-példányok kerültek bele az egymással egyesülő különmemű ivarsejt-magvakba. Az idevonatkozó lehetőségeket a matematikai k o m b i n á c i ó adja meg. A női pronucleusra vonatkozólag példánkban a következő lehetőségek forognak fenn: $a+b$, $a+c$, $a+d$, $b+c$, $b+d$, $c+d$, míg a hím pronucleus e tekintetben az alábbi lehetőségeket tárja elénk: $\alpha+\beta$, $\alpha+\gamma$, $\alpha+\delta$, $\beta+\gamma$, $\beta+\delta$, $\gamma+\delta$. Ruházzuk már most fel képzeletünkben a pronucleusok chromosomáinak mindenikét valamely tetszőleges alaki vagy lelki tulajdonsággal, vagy e tulajdonságoknak valamely nagyobb összességével, s ak-

kor egyszeriben világossá válik a redukció örökléstani jelentősége, amely azon múlik, hogy mely chromosom a-egyének kerülnek bele egyfelől a megtermékenyítendő petesejtbe, másfelől pedig a megtermékenyítő hímcsejtbe. Az a körülmény, hogy a két pronucleus egyesüléséből keletkezik az új élőlény, a „hatalmas harmadik“, a két kombinációs sorozat tagjainak egymással való további kombinálódhatási eshetőségei révén ismét lényegesen kibővíti az örökléstani törvényeken alapuló változékonyság (variáció) határait. Mondanom sem kell, hogy e változékonyság matematikai esélyeinek száma egyenes arányban áll a chromosomák számának magas vagy csekély voltaival. Ebből azonban még nem szabad a biológiai esélyekre vonatkozólag ugyanolyan mérvű következtetéseket vonnunk, mert hiszen a változékonyság nemcsak a chromosomák számától, hanem még sokkal inkább a bennük foglalt determinánsoknak vizsgálatilag egyáltalán nem, legföljebb — egyes esetekben — kísérleti úton (tenyésztés) hozzávetőleg megállapítható számától függ.

Ennyi tudható meg, vagy legalábbis ezt véljük tudni a redukciónak örökléstani szerepéről, s bár a típusos WEISMANN-féle redukció, mint sejtdinamikai jelenség, végtelenül egyszerűnek mondható, a kombinálódási lehetőségek örökléstanilag már itt is kétségbeejtően bonyolult labirintusba vezetnek. Ennek az útvesztőnek ösvényeit a tenyésztő és az eugenetikus többnyire csak nagyon szerény keretek között szabályozhatja. Hiszen általános és eredményes szabályozás csak akkor volna lehetséges, ha tájékozódhatnék benne. Nagyritkán akadnak ugyan a megmentő Ariadné szerepét merészen magukra vállaló kutatók, de a tudományos igazság alapján állva, mégis be kell látnunk, hogy arra a gyengédkezű Ariadnéra, akinek fonalán e kérdésben eligazodhatnánk, s aki a kutatók lázas homlokát le tudná hűteni, mind ez ideig, sajnos, még nem találunk rá.

Végül megjegyzendő, hogy a redukció, ez ideálisan egyszerű — GOLDSCHMIDT német bűvár szerint — ősi alakjától eltekintve, többnyire komplikáltabb folyamatok képében bonyolódik le. Az idetartozó osztlások két fő-

típus keretén belül mennek végbe; ezek az eumitotikus és a pseudomitotikus oszlás. Ez osztódási módoknak lényege a következőkben összegezhető: Az eumitotikus oszláskor a chromosomák már az első érési oszlás előtt a normál-szám felére csökkenve jelennek meg, úgyhogy mind a két érési oszlás i k e r o s z l á s. Minden jel arra mutat, hogy a chromosomák redukciója itt az első érési oszlást megelőző synapsis-stádiumban ment végbe. A pseudomitotikus oszlás esetében a chromosomák az első érési oszlás előtt úgynevezett t e t r á d ó k a t alkotnak, amiért az osztódásnak eme módját tetrad-típusú oszlásnak is nevezhetjük. Egy-egy tetrad, mint már neve is mutatja, 4 chromatin-elemből áll. Ez a 4 elem 2 chromosoma értékű. A tetrádképzés úgy fogható fel, hogy a chromosomák az ilyen módon létrejött chromatin-eloszlás révén, még az elsőrendű ovo- és spermatocytákban, tehát az első érési oszlás megkezdése előtt, előre elkészültek, azaz előre szét hasadtak mind az e l s ő, mind pedig a m á s o d i k érési oszlásra. Ennélfogva a

chromosomák ebben az esetben magában az oszlási (aequatoriális) síkban már nem is hasadnak, s az oszlásnál csak a tetrádokat képező dyádoknak ($=\frac{1}{2}$ tetrád) a fióksejtekre való elosztódása történik. Ha egy chromosomát képviselő dyádok (homodyd) jutnak a fióksejtekbe, akkor csökkentő oszlással állunk szemben, ha ellenben két különböző chromosomából keletkezett dyádok (heterodyd) kerülnek a fióksejtekbe, úgy az oszlás aequatiós, vagyis ikeroszlás. Ha az első érési oszlás aequatiós és a második redukciós, akkor postreductióról beszélünk, ha ellenben az első érési oszlás a redukciós és a második az aequatiós, akkor a folyamatot praereductiós oszlásnak nevezzük.

A redukció folyamata nem felel meg a mitosis rendes menetének, mert a redukciós oszlás alkalmával egész chromosomák kerülnek a fióksejtekbe, míg a normális mitosiskor (somatikus sejtek, ivarsejtek aequatiós oszlásai) a fióksejtek mindenkor fél chromosomákat tartalmaznak.

Mielőtt a sejtnék, mint az Élet biológiai egységének, alaktani, fiziológiai és fejlődés-

tani vázolását befejezném, még néhány szót kell szólnom a szaporodásról, mert hiszen ez biztosítja az élet fönmaradását, a nemzedékek keletkezését. A természetben mindenütt, akár szervesekről, akár szervetlenekről van szó, az idők folyamán történő átalakulást, azaz fejlődést látunk. Ennek a fejlődésnek, akárcsak a működő izomnak, két fő szabályozója van, egy mozgató és egy gátló tényező. A mozgató tényező a szerzett tulajdonságok öröklésében, a gátló tényező pedig a ROUX-féle alaki önszabályozásban rejlik. Míg azonban az izomműködés esetében a gátló beidegzés homlokegyenest elene dolgozik a mozgató idegeknek, addig az evolúció folyamán érvényesülő két bionomiai mozzanat nem áll egymással ily éles ellentétben, hanem egymás szélső hatásait letompítva, harmonikusan vezet a külső és belső ingerek megszabta közös cél felé. Hogy valamely szervezet alaktani és fiziológiai sajátságait megérthessük, az összehasonlító morphologia és fiziológia, valamint a törzsféjlődés világitásában kell azt megvizsgálnunk. Ennélfogva ebben a megvi-

lágításban mutatom be a szaporodás sejttani lényegét. A szaporodásnak két fő alakja van, úgymint *i v a r t a l a n* és *i v a r o s*. E két típust a fokozatos átmenetek teljes sorozata köti össze egymással.

A véglények egy nagy része úgy szaporodik, hogy az egy sejtből álló lény — akár amitotikus, akár pedig mitotikus osztódás révén — *k e t t é o s z l i k*, vagy pedig *b i m b ó z á s n a k* indul. Utóbbi esetben az új nemzedék az anyasejt cytoplasmájával több-kevesebb időn keresztül közvetlen összefüggésben marad. A *k e t t é o s z l á s* és a *b i m b ó z á s* a szaporodás legegyszerűbb, egyben legősibb alakjai, s az ivartalan szaporodást képviselik, mert itt a szaporodáskor csak egy sejt szerepel. Ebből az ivartalan szaporodásból fokozatosan fejlődött ki az ivaros. Az ivartalan szaporodás és a közösüléssel (*copulatio*) egybekötött ivaros szaporodás között a „*plasmogamia*“, majd pedig a „*karyogamia*“ (*conjugatio*) alkotja meg az átmenetet.

A *plasmogamia* abban áll, hogy két vagy több véglény egymáshoz tapad, *cytoplasm*-tömegeik egybefolynak, s miután több-kevesebb ideig ebben az állapotban vesz-

tegeltek, ismét szétválnak, anélkül, hogy sejtmagvaik (nucleus) egymással közvetlen érintkezésbe jutottak volna. Ilyen plasmogamiát némely Amoeba, Foraminifera, Radiolaria, továbbá egyes nagyobb plasmogamiás csoportokat alkotó Heliozoa és a Mycetozoa körében találunk. A plasmogamia szerepe bizonyára az anyagcsere felüdítésében áll.

Karyogamia: Némely, oszlással szaporodó véglény esetében az oszlás nem folytatódhatik vég nélkül, nemzedékek hosszú során át, hanem elkövetkezik egy időpont, amelyben az egyének kimerülnek, s további oszlásra képtelenekké válnak. A szervezet e kimerülése nemcsak az oszlóképesség megszűnésében, hanem egyúttal a többi jellegzetes életműködés megcsappanásában nyilvánul. Ezek az oszlással szaporodó „halhatatlan“ sejtecskék most már csak úgy kerülnek el végpusztulásukat, ha két ilyen kimerülő egyén konjugál egymással. A konjugálás szemléltetésének iskolapéldájaként a csillós ázalékállatkákhoz (Ciliata) tartozó Paramecium-ot (alakjáról magyarul „papucsállatká“-nak ne-

vezik) szokták fölhozni. A konjugáló Paramaecium-ok „hasi“ felületükkel egymáshoz tapadnak, részben egybefolyó cytoplasmájuk pedig a két egyént összekötő, elég széles plasmahidat alkot. A trophochromatint tartalmazó makronucleus (anyagforgalmi mag) a helyén marad, míg az idiochromatint¹ tartalmazó mikronucleus (generatív mag) mind a két egyénben kétszer 2—2 részre oszlik. Az így keletkezett 4—4 rész közül 3—3 rész a cytoplasmában elpusztul (ez nem tévesztendő össze az előbb tárgyalt redukció folyamatával!). Eközben a makronucleus mind a két példányban szétesik, és eltűnik a cytoplasmában. Mindenik egyénben tehát csupán 1 mikronucleus marad. Ez a mikronucleus még egyszer — úgy, mint az előző alkalmakkor, mitotikusan — kettéoszlik, s az így létrejött 2—2 mag közül minden példányban 1—1 mag megmarad, ez a stacionális mag, míg a másikat a két egyén egymásközt kicseréli, ez a vandormag. Ilymódon mindkét egyénben ismét 2—2 mag van (egy „régí“ és egy „új“); utóbbiak egymással egyesülve, végül minden egyénben

¹ = idioplasma (l. 127. old.), a pusztán egyéni életet szolgáló trophoplasmával szemben.

egy magot alkotnak, a synkarion-t. Ez a synkarion azután ismét osztódásnak indul, s belőle, az immár különvált Paramaecium-ok mindegyikében, egy mikronucleus meg egy makronucleus lesz. — A karyogamiával („mag-házasodás“) járó konjugálás arra szolgál, hogy az egyénekben a chromatinanyagot, tehát a tulajdonképpeni éltetőelemet, a kicserélés folytán felüldítse. A Paramaecium caudatum EHRB. és P. aurelia O. F. MULL. nevű fajoknál a konjugálás időtartama, $+20—25^{\circ}$ C hőmérsékletnél, 12 óra; ha a hőmérséklet csupán $+15^{\circ}$ C, akkor a konjugálás az utóbbi faj esetében 24 óra hosszát tart. A konjugálás lehetősége bizonyos fiziológiai feltételekhez kötött; ezek MAUPAS francia kutató vizsgálatai szerint a következők: 1° a két egyén nem származhatik ugyanegy anyaállattól, 2° táplálékhiánynak kell föllépnie, és 3° az illető egyéneknek a konjugálásra érettnnek kell lenniök, azaz a konjugáló állatokat a genealógiai sorrendben hozzájuk legközelebb eső és konjugáláson keresztülment elődjüktől bizonyos számú nemzedékekből álló sorozatnak kell elválasztania. A konjugálás megközelíti

ugyan az ivaros szaporodást, de nem azonosítható vele, mert a konjugálás alkalmával nem származik két különmű sejt chromatin-anyagának az egyesüléséből egy harmadik, hanem csupán a konjugáló egyének nyerik vissza életképességüket, vagyis megfiatalodnak. Mindamellettagadhatatlan, hogy az egyénre nézve új chromatin-anyag felvétele és az illető egyén stationális magjában megőrzött „saját“ chromatinjával való egyesülése: fiziológiailag előfoka az ivaros szaporodáskor végbemenő s a két szülőtől származó chromatin-anyag egyesülésének. Mindkét esetben a kétféle chromatin egyesülési terméke, a synkarion, új nemzedékek létrejöttét eredményezi. A különbség csak ott van, hogy míg az imént vázolt konjugálás esetében a két egyén chromatinjának egyesülése először maguknak a szülősejteknek egyéni életét befolyásolja kedvezően, s csak azután, tehát csupán közvetve vezet új nemzedékek keletkezéséhez, addig az ivaros szaporodáskor a két szülősejt egyesüléséből közvetlenül fakad új egyéni élet, a szülősejtek egyéni élete pedig az

egyesülés aktusával megszűntnek tekinthető.

Ilyen ivaros jellegű szaporodást már számos véglénynél is találunk. Ebben az esetben a két szülősejt egyesülése teljes és végérvényes. Az egyesülésnek ezt a módját, az előzővel — a konjugálással — szemben, kopulálásnak nevezzük. Míg a konjugálás esetében nem különböztethetünk meg speciális szaporodó sejteket, addig a kopulálásnál speciális, csupán a szaporodást szolgáló sejtek (gaméták) lépnek fel, és ezeknek — mint említettem, végleges — egyesüléséből keletkeznek az új generációk. Azokat a véglény-egyéneket, amelyeknek több részre való oszlásából az említett gaméták keletkeznek, gamontoknak nevezzük. A gamontokon kívül, ugyanazon a véglény-fajon belül, nem ivaros példányok, azaz agaméták is vannak. Az oszlással szaporodó agaméták és a gamontok bizonyos számú nemzedékenként váltakoznak egymással. Ez az ivaros szaporodás azonban még nem mindig való ivarú. Így az ivaros szaporodáson belül is két különböző törzsfelföldési fokot különböztethetünk meg.

Ha a gamontok, illetőleg a belőlük származó gaméták alaktanilag és fiziológiailag egyenlők, akkor ezeket isogamétáknak nevezzük, a szaporodásnak ezt az alakját pedig isogamiának. Habár az isogamiás szaporodás is határozottsággal ivaros, mégsem váltivarú, mert ebben az esetben nincsenek külön női és külön hím jellegű sejtek. Az isogamia tehát egyenivarú szaporodásnak tekinthető. Utóbbi az ivaros szaporodásnak legprimitívebb alakja.

A szaporodás itt vázolt törzsfajlásában a végső fokot az anisogamia, vagyis váltivarú szaporodás képviseli. Itt agamontok is kétfélék, makro- és mikrogametocyták, úgy, mint a belőlük keletkező gaméták, amelyek közül a makrogaméták a soksejtű lények petesejtjeinek, a mikrogaméták pedig azok hím csírasejtjeinek felelnek meg. A szaporodás törzsfajlásának ezt a legmagasabb fokát szintén megtaláljuk a véglények körében, úgyhogy a szaporodás élettörténeti kialakulása már az egysejtűek keretén belül O. ÁBEL értelmezésében vett „törzsfajlási fokozati sor

(„phylogenetische Stufenreihe“)¹ képében t e l-
j e s k i f e j e z é s r e j u t.

Az ivartalan szaporodás esetében a fön-
vázolt redukció folyamata természetesen
nem szerepel, míg az ivaros szaporodáskor —
akár váltivarú, akár egyenivarú — minden-
kor fontos szerepet játszik, úgy sejtfiziológiai,
mint örökléstani szempontból.

Az életről, majd pedig ennek a szaporodás
révén való fönntartásáról szólva, önként adó-
dik a biológia végső, az emberiségre nézve
reménytelenül sötét problémája: a halál,
amely az életnek szükségszerű fiziológiai kö-
vetkezménye. Foglalkoznunk kell tehát még
ezzel az „életjelenséggel“ is.

¹ V. ö. 219. old.

*„Wer erfreute sich des Lebens,
Der in seine Tiefen blickt?“*

*SCHILLER,
Kassandra.*

A Halál

Az emberiséget, veleszületett életösztone és a normális szervezetben rejlő életöröm következtében mindenkor foglalkoztatta a halál gondolata, s hogy az egyéni elmulás gyötrő érzésétől szabaduljon, a különböző vallási és bölcseleti tanok a „lélek“ halhatatlanságát hirdették, a „test“ halandóságával szemben. Az élet fáradalmas küzdelmeiben megtört, reményeiben csalódott, ideáljait el nem ért és boldogságot szomjazó emberiség, mely életében hiába kereste vágyainak megvalósulását, végső kétségbeesésében egy „másik világra“ összpontosította csüggedt, akarni és alkotni már nem tudó szervezetének valamennyi kívánságát. Az ember nem tudott — és ma is igen nehezen tud — megbékülni azal a gondolattal, hogy a küzdelmes lét után, anélkül, hogy szenvedéseieért kárpótlásban részesült volna, el kell múlnia, meg kell semmi-

sülnie ... Ha pedig boldog, harmonikus életet él, akkor meg az a gondolat bántja az elmélkedőt: m i é r t kell ennek megszűnnie — és mi lesz „azután“? S ha „azután“ nincs semmi, akkor mire való ez az egész bús komédia az élet színpadán? Ezek a „végső“ gondolatok a legkülönbözőbb vallási és bölcséleti mythosok és elméletek kialakulására vezettek, s bő táplálékot nyújtottak a szépirodalom művelőinek is. Vigasz, kétségbeesés vagy fájdó lemondás az, ami az emberi agy e termékeiből minden faj és minden nemzet hagyományain és irodalmán keresztül felénk tör, de sehol sem találunk spontán, mesterkéletlen örömet, avagy csak tökéletes, önfegyelmelés nélkül való megnyugvást a halál gondolatában, így van ez a HOMEROSnak tulajdonított görög hőskölieményektől kezdve, amelyekben keresetlen naivsággal csendül meg az ember szinte gyűlölködő irtózata a haláltól, egészen modern irodalmunkig — az alapérzés egy, csak formai megnyilvánulása, kifejezése más; a modern kultúremler ebbeli gondolatvilágát páratlan szépséggel tükrözi vissza VICTOR HUGÓ egy idevágó költeménye az alábbi strófákkal végződően:

„Ainsi, l'homme, oh, mon Dieu, marche toujours
 plus sombre,
 Du berceau qui rayonne, au sépulcre plein d'ombre.
 C'est donc d'avoir vécu, c'est donc d'avoir été,
 Dans la joie et l'amour et la félicité.
 C'est d'avoir eu se part, et se pleindre est folie.
 Voilà de quel nectar la coupe était remplie,
 Hélas, naître pour vivre en désirant la mort,
 Grandir en regrettant l'enfance où le coeur dort,
 Vieillir en regrettant la jeunesse ravie,
 Mourir en regrettant la vieillesse et la vie.“

A halál problémájával pusztán biológiai, legfőbbképpen fiziológiai tényekre támaszkodva foglalkozom, s így természetesen nem térhetek ki metafizikai vonatkozású mozzanatokra. A különböző népek vallási tanai legtöbbször a „földöntúli“, vagyis a „halál utáni élet“ kérdéseire vonatkoznak, s az emberi pszichológia termékei. Mint ilyenek, szintén az élettudományi elemzés tárgykörébe tartoznak ugyan, de ezeket e helyen — a kérdés itt követett tárgyalási módja következtében — teljesen figyelmen kívül kell hagynom, annál inkább, mert mind e tanok nem tapasztalati tényeken, hanem hiten alapulnak, oly hiten, amelyről ROMAIN ROLLAND találóan írja:

„Foi, qui n'est bien souvent qu'un manque de foi dans la vie, un manque de foi dans l'avenir, un manque de foi en soi-même, un manque de courage et un manque de joie! . . .“

Miként az életet és az élet fönmaradásának módozatait, azaz a szaporodás jelenségét a törzsfejlődés világításában iparkodtam megismertetni és megértetni, azonképpen a halál fiziológiáját is ebből a szempontból fogom tárgyalni.

Hogy az élet tulajdonképpeni lényege mi-
ben áll, azt, mint WALDEMAR SCHLEIP ta-
lálóan megjegyzi, nem tudjuk, de a halál lé-
nyegével tisztában vagyunk. A halál megha-
tározásában WEISMANNt követvén, azt
mondhatjuk, hogy valamely egyén halála
életének visszahozhatatlan el-
vesztésében áll, amikor is az élő
szervezet hullává változik. A ha-
lál e definíciója, egyszerűsége mellett, teljesen
helyes és szabatos; a halál törzsfejlődési ki-
alakulásával kapcsolatban fontos e meghatá-
rozásnak az a része, amely azt mondja, hogy
a halál bekövetkeztével az élő szervezet
hullává változik, mert a halál ilyen módon való

definíciójából önként adódik a véglények WEISMANN által hirdetett és DOFLEIN által is elfogadott biológiai halhatatlansága.

A halál phylogeniáját vizsgálva, megíht a véglényekből kell kiindulnunk. Az oszlással szaporodó véglények WEISMANN nézete szerint halhatatlanoknak tekinthetők, mert hiszen az oszlás megtörténtével mind a két fél zavartalanul folytatja életműködését, anélkül, hogy az oszlás következményeként hulla maradna hátra. Már pedig ahol hulla nincsen, ott halál sem volt. Kétségtelen, hogy az egyén, mint ilyen, az oszlás folytán megszűnt létezni, s az egyén létének megszűnését a halállal azonos fogalomnak szoktuk tekinteni. A véglények körében tehát végeredményében paradox jelenséggel állunk szemben, amennyiben az egyéni élet halál bekövetkezése nélkül is megszakadhat. A véglények halhatatlansága előttünk jobban megfoghatóvá válhatik akkor, ha nem oszlással, hanem bimbózással szaporodó véglényeket veszünk például, ahol az anyaállat, már nagyságánál fogva, szaporodása közben élesen elkülönül a belőle sarjadzó egyénektől. Itt tehát, legalábbis szá-

mos bimbózási szakaszon keresztül, még az anyaállat egyéni megszűnéséről sem beszélhetünk, úgy, mint az oszlással szaporodó alakoknál. Érdekesek WOODRUFF idevágó kísérletei, aki, különösen kedvező életfeltételek mellett, az oszlással szaporodó *Paramecium aurelia* O. F. MULL. nevű véglény egy példányából 1907 évi május 1-től 1912 évi november 1-ig 3340 nemzedéket tenyésztett ki, anélkül, hogy közben az állatok konjugálás révén felfrissültek volna.¹ Az utolsó generáció éppen olyan erőteljes volt, mint a kísérlethez használt első példány. A véglények aggsági jelenségei tehát, úgylátszik, elsősorban külső körülményeknek (a vízben felhalmozódott mérgező hatású bomlási termékeknek) tulajdoníthatók, s nem vezethetők vissza belső szervezeti okokra. Ilyen ideális viszonyok a szabad természetben nincsenek, s ott a konjugálás, illetőleg az ennél is kezdetleesebb plasmogamia fiatalítja meg a különben elpusztuló egyéneket. A véglények halhatatlansága nem azt jelenti, hogy közöttük nem akadhat valóban elhaló, tehát hullává vál-

¹ E tenyésztést azóta is, a legújabb időkig, hasonló eredménnyel folytatta.

tozó példány, hanem csupán azt, hogy a vég-lény-nemzedékek sem el nem agganak, sem pedig egy egész törzsre kiterjedőleg fiziológiai, azaz belső okokból folyó, „természetes“ halállal el nem pusztulhatnak, amint azt W. SCHLEIP igen találóan hangsúlyozta. Az oszlással szaporodó véglény-példányok tehát csupán külső okoknak tulajdonítható erőszakos halálnak eshetnek áldozatul, egyébként pedig, bármily különösen hangzik is, el kell ismernünk biológiai halhatatlanságukat, s ez a bimbózással szaporodó véglények esetében még az egyén létezésének megszüntetésétől is ideig-óráig mentesnek mondható. A vég-lények rögzítik tehát az élő világ törzsfajlódésének paradicsomi aranykorát, amelyben a halál mint az életből szükségszerűen következett fiziológiai folyamat még nem létezett, s egyes példányok elpusztulása, azaz hullává változása csupán külső eredetű „szerencsétlen véletlennek“ következménye volt.

A biológiai örökéletűségtől a halálhoz vezető fejlődéstörténeti út második lépését az ivarosán szaporodó véglények alkotják. Ezeknél t. i. a gamétákra széteső gamontok sejt-testéből bizonyos fölössé vált proto-

plasma-részecskék maradhatnak fenn; e részecskék elpusztulnak, és így a hulla fogalmának legprimitívebb alakját képviselik. Ez az érdekes tény azt bizonyítja, hogy a szerelem törzsfajlódási kialakulásának legelső csirája egyúttal a fiziológiai halál csiráját is magában hordotta.¹ A halál fejlődéstörténeti oka pusztán a törzsfajlódás folyamán, a szaporodással kapcsolatban, a szaporodó (generatív) sejtek és a somatikus sejtek között kialakult differenciálódásban rejlik., amely differenciálódásnak első nyomait már a véglények körében volt alkalmunk megismerni. Nemcsak ugyanahhoz a fajhoz tartozó véglények gamétái és gamontjai tárják elénk, különálló sejtek képében, ezt az akár nemzedékenként, akár pedig állandó telepek keretén belül (V o l v o x, P a n d o r i n a) fellépő differenciálódást, hanem megtaláljuk azt a gamontok egyetlen, számos gamétára széteső sejtjén belül is; a gamétákra eső protoplasma-tömegek ugyanis

¹ Talán erre a közös eredetre vezethető vissza, hogy a szerelem (vagy annak elfajulása) nem egyszer a halállal társul.

generatív, a fölösen hátramaradó, elpusztuló, „hullává váló“ protoplasma-részek pedig somatikus jellegűek. A fiziológiai halál tehát egyszerűen a fiziológiai munkafelosztás szükségszerű következménye, és felfogásom szerint csakis egy EIMER értelmében vett orthogenetikus^x folyamat eredményeként fogható fel. S. MÉTALNIKOV¹ot idézve: „A természetes halál csupán ama soksejtű szervezeteknél honosodhatott meg, amelyeknél a munkafelosztás kialakult: a táplálkozás feladata bizonyos sejtekre hárult, a szaporodásé pedig másokra.

„Csupán az ivarsejtek őrzik meg a közösség alapvető elvét: a halhatatlanságot. A somatikus sejtekre nézve ez az elv egyáltalában általános érvényű“ ...

„De a somatikus sejteknek természetes halála, mint állandó jelenség, nem keletkezhetett egyszeriben. Láttuk, hogy az alacsonyrendű soksejtű állatok (hydrák, alacsonyrendű férgek) ivar- és somatikus sejtjei halhatatlanok. A somatikus sejtek csak apránként, fokozatosan és annak arányában, hogy az ivartalan úton való szaporodásra és a rege-

¹ V. ö. 49—50 old.

nerációra való készségüket elvesztik, válnak halandókká“.¹

A halál kifejlődésének tehát ez a bionomiája, és nem tekinthetjük a halált a természetes kiválogatódás jegyében történt „alkalmazkodásnak“, amint azt WEISMANN eleinte gondolta, azzal az egyszerű és jó humorra valló megokolással, hogy „eine unbegrenzte Dauer des Individuums ein ganz unzweckmäßiger Luxus wäre“. WEISMANNt tehát a halál fejlődéstörténeti kialakulására vonatkozó ultraselectionista és teleologikus (vagyis a célszerűségi elv alapján álló) fejtegetéseiben már valóban nem követhetjük, hiszen minden az élettörvényeket szem előtt tartó gondolkodásnak ellentmond az a föltevés, hogy a halál jelensége akár természetes kiválogatódás következtében, akár pedig mint az „alkalmazkodás“ eredménye keletkezett volna. WEISMANN egyébként, fentemlített elméletével egyidejűleg, a halálra vonatkozólag egy másik elméletet is fölállított, s későbbben egyedül ez utóbbit tartotta helyesnek. A tapasztalat azt mutatja ugyanis, hogy a somatikus sejtek egy-

¹ Immortalité et rajeunissement dans la biologie moderné, Paris, 1924, 118. old.

oldalú differenciálódása a soksejtűeknél, mirigy-, ideg- vagy érzéksejtek alakjában, stb., csak akkor válik lehetségessé, ha, mint W. SCHLEIP is írja, korlátlan szaporodóképességüket és a működésbeli úton előállott sérüléseik, hiányaik kiküszöbölését eredményező regeneratív képességüket elveszítik, vagyis, ha megszűnik potenciális halhatatlanságuk. WEIS-MANN e fölfogása kétségtelenül helytálló, s szerény véleményem szerint csak annyiból szorul módosításra, hogy a folyamat „propter hoc“ beállítása helyett ebben a szövegezésben inkább a „post hoc“ beállítása fedné a valóságot; mert a somatikus sejtek nem azért veszítették el potenciális halhatatlanságukat, hogy, mintegy célirányosan, alkalmasokká válhassanak a specializálódásra, hanem miután külső, főként pedig belső fejlődési törvényszerűségek hatása alatt specializálódnak, az evvel járó életeregek kikapcsolása természetes következményeként ép veszítették el potenciális halhatatlanságukat. Ebben egyszerűen energia-áttételi jelenséget látok: a szervezet a benne rejlő po-

tenciális halhatatlanság energiáját a specializálódás megvalósítására fordította, s ezzel potenciális energia-készletét ebben az irányban ki is merítette. A természetes halál sejtfiziológiai oka tehát energetikai jellegű, s egyszerűen kimerülésben áll. Ilymódon a halál valóban a phylogeniai fejlődés folyamán szerzett tulajdonságnak tekintendő, és „Ebből a szempontból a somatikus sejtek természetes halála semmiképpen sem őseredeti következmény, hanem sokkal inkább valamely esetleges körülmény, olyan valami, ami a halhatatlan természet, az élőanyag lényegével nincsen összhangban“.¹ Hogy a halál okát a kimerülésben találjuk meg, azt azok az esetek is bizonyítják, amelyekben az egyén fiziológiai halálának időpontja azáltal odázódik el, hogy életműködései huzamosabb időn keresztül a minimumra redukálódnak (*vita minima*), olymódon, hogy az illető lény, SCHLEIP kifejezésével élve, „a Csipkerózsika álmának egy fajtájába“ esik. Ebben a *lethargikus* állapotban a szervezet működése szünetel, pang, anélkül, hogy az élet szikrája kialudna

¹ MÉTALNIKOV, id. mű, 118—119 old.

benne. Egyes kerekférgek 15 évig élnek ilyen állapotban, egy fonalféreg, a gabonaféreg, pedig 21 éven át; a *Taenia solium* L. nevű galandféreg 30 évet is kibír betokozott állapotban, míg végre alkalmas gazdaállat belébe kerülve még ezután is ivarérett egyénné fejlődhetik. WEISMANN egy atkafajt (*Argas persicus* OKÉN) említ, melynek dobozban *felejtett* példányai 3 év elmúltával élő állapotban kerültek elő.¹ Megtörtént, hogy szárazföldi csigák körülbelül 6 évig heverték valamely gyűjteményben, s azután nedvességhez jutva újból életre keltek. Közismert továbbá, hogy véglények betokozódva (encystálva) nagyon hosszú időn át megőrzik életképességüket.

Az *élet* és a halál között első pillantásra a legmerőbb ellentétet találjuk. Pedig ez az ellentét, főleg a soksejtűek körében, ahol a halál Szükségszerűvé és mintegy „intézményessé“ vált, egyáltalában nincs meg, A halál az életnek végső szaka, s ebbe az egyén l a s san, f o k o z a t o s a n megy át, éppen úgy, mint ahogy az embryo lassan, fokozatosan

¹ Ezeket az adatokat W. SCHLEIP nyomán közöltem.

alakul át kifejlett példánnyá. Az egyén léteére vonatkozólag kétségtelenül van a halál bekövetkezésének fix időpontja, de a szervezetre mint összességre nézve a halál nem meghatározott időpontot, hanem az egyéni élettörténet (ontogenia¹) bizonyos, kiterjedtebb szakát képviseli. A halálhoz fokozatosan vezető szervezeti elváltozásokat nekrobiotikus jelenségeknek, magát ezt az életből a halálba vezető átmeneti folyamatot pedig egészében véve, K. H. SCHULZ és VIRCHOW nyomán, nekrobiosisnak nevezzük.

Nekrobiotikus folyamatok már az egyén fejlődése alatt kezdenek föllépni, úgy fiziológiai, mint alaktani elváltozások képében. A kiindulási pont természetesen működésbeli jellegű, s a megváltozott működés termékeként jelentkeznek a különféle szerkezetbeli és alakbeli módosulások. Utóbbiak viszont megint a szervezet további működésében éreztetik hatásukat. Ilymódon a nekrobiotikus jelenségek olyan „circulus vitiosus“-a jön létre, hogy annak a szervezet, előbb-utóbb, áldozatául esik. A nekrobiosis-

¹ V. ö. 68. old.

nak két fő típusát különböztetjük meg: h i s-
tolytikus¹ és metamorphotikus²
nekrosist (elhalást). Ezeket lényegileg M.
VERWORNt követve fogom megvilágítani.³
A histolytikus folyamatok legegyszerűbb
alakja az atrophia,⁴ magyarul elcsenevé-
szedés. Az elcsenevésezéskor a sejteket
fölepítő élőanyag megújítása az anyagcsere
folyamán egyre csekélyebb méreteket ölt,
míg végre teljesen megszűnik, úgyhogy a
sejtek pusztulásnak indulnak, végül pedig tel-
jesen szétesnek. Ilyenkor tehát a szervek szö-
vetbontó elcsenevésezéséről beszélünk. E
jelenségnek egyik okozója az éhség. E m-
b r y o n á l i s szervek, minő pl. a békalárvák
(„ebihalak“) farka, szintén histolytikus folya-
matok révén „szívódnak föl“. Az atrophianak
minket a fiziológiai halál szempontjából köze-
lebről érdeklő alakja az a g g k o r i (senilis)
atrophia; ez a sejteknek, illetőleg a belőlük

¹ = „szövetbontó“.

² = „átváltoztató“.

³ V. ö. MAX VERWORN, Allgem. Physiol., siebente, neubearb. Aufl., herausg. v. FRIEDR. W. FRÖHLICH, Jena, 1922, 409—425. old.

⁴ „Atrophia“ görög szó, és „táplálatlanság“-ot jelent.

alkotott szöveteknek a korrall járó elkorcsosulásában, degenerálódásában áll. A származástan szempontjából fontos a tétlenségből származó elcsenevészedés, „Inaktivitätsatrophie“ (*atrophia inactivitatis*), a szervek nem-használatán alapuló anyagcserepangás következménye.¹ A koagulációs nekrosis a sejtek fehérjetesteinek megaldadása, s VERWORN lényegileg a halál-merevséget (*rigor mortis*) is ennek a folyamatnak tulajdonítja. Ide tartozik továbbá számos akut megbetegedés képében jelentkező folyamat, aminők pl. az úgynevezett száraz üszkösödés, a nedves üszkösödés vagy gangréna, az „élő rothadás“, stb. Végül megemlítendő még a sejteknek főleg a véglények körében könnyen megfigyelhető „szemcsés szétesése“ („*körniger Zerfall*“, VERWORN).

A metamorphotikus folyamatok élesen különböznek a nekrosis előbbi alakjától, mert a metamorphotikus nekrosis abban áll, hogy az illető sejtek, mielőtt az anyagcsere élénk-

¹V. ö. LAMARCK tanát, mely a szervezet fejlődéstörténeti változásait a használat s a nemhasználat tényezőire („LAMARCK-féle tényezők“) vezeti vissza.

ségéből kikapcsolódnának, működésüket tekintve „perverz irányba“ terelődnek, azaz rendes körülmények között csak átmenetileg? vagy egyáltalán nem tartalmazott anyagokat halmoznak fel. Első helyen említendő meg itt a „zsírbeszűrődés“ (zsír-infiltratio) következtében fellépő zsírmetamorphosis; ekkor olyan sejtekben található zsír, amelyek ezt az anyagot rendszerint nem tartalmazzák. A zsír fokozatos túltengése a sejtek protoplasma-állományát teszi tönkre, s a sejtek elhalásához vezet. Érdekes, hogy az emlősök fiziológiájában van egy olyan eset, amikor a zsírmetamorphosis az egészséges szervezetben normális jelenségként figyelhető meg, s ez a női nemnél a szoptatás ideje. A szoptatás alkalmával ugyanis az emlők mirigysejtjeiben zsír halmozódik fel, a protoplasma rovására. A protoplasma lassanként szétesik, úgyhogy a zsírgömböcskék az illető sejtekből kiszabadulnak, s a szétesett protoplasma alkotta — sókból, fehérjetestekből és cukorból álló — folyadékban lebegve emulziót alkotnak. Ez az emulzió a tej. Az ilyen módon szétesett mirigysejtek helyébe új sejt-nemzedékek nyomulnak, úgy-

hogy a tejképződés folyamata szakadatlanul tovább tart mindaddig, ameddig a szopás az emlőket működteti. A tejképződésnek az imént vázolt folyamata azonban csak akkor van helyén és rendjén a szervezet szempontjából, ha az emlőmirigyekben megy végbe; ha más szövetekben lép fel, akkor kóros nekrosis, és a szervezetre nézve a legkomolyabb következményekkel jár, mint ahogyan ezt pl. VIRCHOW írja: „Wenn jemand statt in der Milchdrüse im Gehirn Milch fabriziert, so gibt dies eine Form der Hirnerweichung. Derselbe Prozess, welcher an einem Orte die glücklichsten, ja die süssesten Resultate liefert, bringt an einem anderen einen schmerzlichen und bitteren Schaden mit sich.“ Zsírm metamorphosisok főként hosszantartó chronikus betegségeknel, mint például gümőkör, szívbajok, vesebajok, stb. lépnek fel, a vesében, szívben, májban, stb. — Megemléltendő továbbá a nyálkametamorphosis, amikor a sejtekben mucin vagy mucinoid anyagok jelennek meg. Ezek összetételükben mindenkor fehérjetesteket tartalmaznak. Nyálkametamorphosis természetesen az egészséges szervezetben is előfordul, főként a légzőszer-

vek, a bélrendszer, valamint a húgy- és az ivarszervek nyálkahártyáit felépítő sejtekben. Ez utóbbiaknál azonban, a nyálkatermelő sejtek nem pusztulnak el, úgy, mint a kóros, nekrotikus nyálkametamorphosiskor, hanem életképességüket megőrizve tovább végzik működésüket, mert mindig csak a protoplasmának egy részét változtatják át nyálkává. Nekrotikus nyálkametamorphosisok főként súlyos hurutok esetében tapasztalhatók, hámsejtekben, fehér vérsejtekben, stb., amikor az illető sejtek élőanyaga, vagyis a protoplasma, a maga egészében nyálkává válik, ami természetesen a sejtek teljes feloszlását eredményezi. A tengerben élő *Holothuriáknál* (a tuskésbőrűek, — *Echinodermata*, egyik csoportja) *W. LINDEMANN* a bőr sejtjei által kiválasztott sejtközötti állomány kóros elnyálkásodását tapasztalta. — Mint másodlagosan, főként hosszantartó idült betegségekkor (gümőkór, hosszas genyenedés, stb.) fellépő kórtünet megemléltendő az amyloidmetamorphosis. Ez leginkább a lépben, a májban, a vesékben és a nyirokmirigyekben jelentkezik, még pedig nem magukban a sejtekben, hanem a sejtközötti állományban, főként a kis véredények

falaiban. Az amyloidmetamorphosis kémiai-
lag egy glykoproteid termelésében áll, míg a
nyálka képzésében glykoproteidokon kívül nu-
cleoproteidok is szerepelnek. — A nekrosis
metamorphotikus típusának tárgyalását az e l-
meszesedéssel, az aggkornak e jellegze-
tes tünetével fejezzük be. Az elmeszesedés al-
kalmával a sejtekben mészsók rakódnak le, s
ezek a protoplasmát kiszorítva a sejtek teljes
elhalását okozzák. Ilyen folyamat az érleme-
szesedés (arteriosklerosis), amikor az erek fa-
laiban mészsók gyülemlenek fel, úgyhogy azok
törékennyé válnak, s így belső vérzések áll-
hatnak elő. Ezek a vérzések komoly működés-
beli zavarokat okozhatnak, s halállal is végződ-
hetnek, mint az agyvérzés (apoplexia cere-
bralis) esetében („gutaütés“). Az érlemeszesé-
déssel kapcsolatos folyamatok következmé-
nyeképp szívszélhűdés is beállhat. Az arterio-
sklerosis, mint említettem, az aggkor betegsége,
de hosszú időn keresztül folytatott mértékte-
len alkohol-fogyasztás vagy hosszantartó fer-
tőző betegségek (pl. syphilis) folytán már az
emberi életkor derekán kifejlődhetnek. Bizonyos
agybajoknál az agy dúc-sejtjei (vagyis az ideg-
sejtek) is elmeszesedhetnek, úgyhogy hülyék-

nél valósággal megkövesült agydúcsejteket mutattak ki. Ezek a metamorphotikus nekrosis legközönségesebb alakjai, amelyekben kívül a kórtanban számos egyéb eset ismeretes, aminő pl. a pigmentatrophia, a hyalindegeneráció, stb., amelyekre azonban e helyen természetesen nem terjeszkedhetem ki.

Mielőtt az élettudományi kutatás e szomorú problémájának tárgyalását befejezném, vessünk egy pillantást az élettartam kiterjedésére is. Általában véve azt mondhatjuk, hogy minél kevésbé intenzívek az életműködések, annál hosszabb az illető szervezet élettartama. A növények közül a Californiában élő *Sequoia gigantea* LIND., az afrikai *Adansonia* és a mi hársfánk SCHLEIP szerint egy évezrednél is tovább élhetnek, mint azt például a Württemberg melletti Neustadtban levő ősrégi hársfa esete mutatja. Az *Agave* 10—40 évi élet után hozza meg óriási gyümölcsmennyiségét, s ezután elpusztul. Az állatok világában a potenciális biológiai halhatatlansággal — azaz a halhatatlanság képe s ségével — felruházott véglényektől eltekintve — amelyet különben a növényi egysejtűek (*Protophyta*) körében is megtalálunk —

az élet időtartama sokkalta szűkebb keretek között ingadozik. A Tömlősállatokhoz (Coelenterata) tartozó *Actinia equina* L. egyik példánya SCHLEIP szerint legalább 67 évet élt, s a gyűrűs-férgekhez tartozó földigiliszta bizonyára 10 évet, az orvosi pióca pedig úgylátszik 25 évet is elérhet. Egy óriási kagyló, a *Tridacna* — ennek egy példánya a M. N. Múzeum Állattani Osztályában is látható JÓKAY hagyatékából — 60—100 évig él el. A gerincesek közül a halak körében a pontyról úgy tartják, hogy 150 évet érhet meg, míg a csuka egy példánya állítólag 267 évet élt. A kételtűekhez (*Amphibia*) tartozó békák élettartama nagy általánosságban véve 20 és 60 év közé tehető. A farkos kételtűek rendjéből való japáni óriás-szalaman-drának (*Megalobatrachus maximus* SCHLEG.) egy példányát a párisi Jardin des Plantesban már több, mint 30 éve tartják. A hüllők (*Reptilia*) között a krokodilusok és teknősök a leghosszabb életűek, s e csoportok némely képviselőjének élettartama 100—200 évre, sőt még többre tehető. Csodálatosképpen egyes madarak, tehát a melegvérűek között a legmagasabb testhőmérséklettel s egyben a

legélénkebb anyagcserével rendelkező csoport bizonyos tagjai, 100 évnél tovább élélhetnek, mint például a papagály vagy a sas és a keselyű. SCHLEIP szerint a Bécs melletti Schönbrumiban levő udvari állakertben a kőszáli sasnak egy 1719-ben elpusztult példányát 104 évvel azelőtt fogták, míg egy 1706-ban fogságbaejtett fehérfejű keselyű ugyanott 1824-ig élt. Az emlősök közül az ember életének átlagos határát 70—80 év közé tehetjük, de kivételesen 110—120 évet élt egyének is előfordultak. A medve SCHLEIP szerint 40—50 évig, az oroszlán mintegy 35, a szarvasmarha és a kutya 25—30, a macska körülbelül 20 évig él. A nyúl élettartama csak 10, az apróemlősök közül a mókusé és az egéré mintegy 5—6 esztendő. Az elefánt, amelynél a terhesség ideje 22 hónapig tart, körülbelül 150—200 évig él, hasonlóképpen a bálnák is, amelyek, akár csak az elefánt, egyszerre csupán egy utódot hoznak a világra.

Nagy általánosságban véve az utódok száma, tehát a szaporaság, fordított arányban áll az élettartam hosszúságával, és ebből a tényből WEISMANN s az őt követő selectionista módon gondolkodó SCHLEIP arra a következte-

tésre jut, hogy az élettartam különböző hosszúsága a természetes kiválogatódás következményének tekintendő. Habár kétségtelen, hogy a hosszúéletűség, illetőleg ennek ellenkezője, szervezetségi okokon alapulva, öröklődhetik és öröklődik is, általában véve mégsem tartom az életkor határának a különféle törzsfajlódási ágakban történt kialakulását, illetőleg megállapodását a *selectio* művének. Még inkább tagadom azt, hogy e tekintetben célszerűségi (teleologikus) mozzanatok érvényesülésére gondolhatnánk, s az élettartam történeti kialakulását pusztán az élő anyagnak — részben a környezet befolyása alatt álló, de legnagyobbrészt valószínűleg *orthogenetikus*¹ jellegű — sajátosságaira vezetem vissza. E javarészt orthogenetikus eredetű sajátságok örökléstani rögzítésében a természetes kiválogatódásnak legfőljebb teljesen alárendelt, *passzív* szerepet koncedálók, amennyiben a kevésbé szapora és egyben rövid életű egyének e tulajdonságaikat utódaikra átszármaztathatják, és így a fajnak fokozatos kiveszése e révén könnyebbé válhatik. Ez utóbbi azonban merőben elméleti föltevés, és

¹ V. ö. 49—50. old.

semmiféle általános érvényű pozitív adattal sem támogatható. Az, hogy a törzsfajlás folyamán az életkor tartamára vonatkozólag széleskörű variációk állottak volna fön, s hogy ezek közül a faj életére a szaporodási sajátóságok szempontjából „legalkalmasabbaknak“ bizonyult élettartamok „tenyésztődtek“ volna ki, olyan anthropomorphistikus beállítása a kérdésnek, hogy biológiai gondolkodással el sem képzelhető, s csupán az ultra-selectionisták elmevilágának terméke. A szerelmi élet s a szaporodás sajátosságai, mint azt LIPSCHÜTZ méltán hangsúlyozza, a legszorosabban összefüggenek a halál fiziológiájával, s véleményem szerint az ivari élet és azok a nekrobiotikus folyamatok, amelyek nem akut megbetegedésekből erednek, hanem pusztán az életkor természetes fiziológiai következményeiként figyelhetők meg, nemcsak parallel jelenségek, hanem fiziológiai reláción és korreláción — de semmiesetre sem selection alapulnak.

Természetes, hogy ezekre az okokra a szervezetek egy nagy részénél még nem sikerült teljes fényt derítenünk, de akkor helye-

sebb, ha ebbeli tudatlanságunkat egyszerűen bevalljuk, mintha akár tudományos szégyenérzetből, akár pedig egyszerűen jobb magyarázat hiányában, tényekkel be nem bizonyítható elméletekkel állunk elő. Ilyen ezidőszerin't megmagyarázhatatlan ellentmondás van a madarak gyors anyagcseréje s egyes alakjaiknak hosszú élete, avagy a halak némely fajainak nagy szaporasága és igen tekintélyes élettartama között; utóbbi jelenséggel egyébként a békák rendjében is találkozunk. Ez megint csak azt bizonyítja, hogy a biológiában vannak ugyan általános törvények, de ezek, hogy úgy mondjam alakonként, más és más módosulásokon mennek keresztül, oly módosulásokon, hogy egy egyes esetben nem ritkán az általánosságban érvényben levő törvényszerűségnek éppen az ellenkezőjét tapasztalhatjuk. Minél primitívebb valamely szervezet, annál fokozatosabban megy át az életből a halálba, amint azt VERWORN a változóhőmérsékletű¹ (= „hidegvérű“) állatokra vonatkozólag megjegyzi. — A halál a specializálódás

¹ Élettudományi műszóval p o i k i l o t h e r m, elentétben az állandóhőmérsékletű (= „melegvérű“), azaz h o m o e o t h e r m alakokkal.

következménye; minden specializálódás révén bizonyos irányban vagy irányokban viszonylagosan tökéletessé válik a szervezet, de más tekintetben gyengül, s alkalmazkodóképességéből veszít. így van ez az élettartam kérdésével is. A véglények potenciálisan halhatatlanok, habár az egyén fogalma itt is csak ideig-óráig tart, az oszlással szaporodóknál az oszlásig, a bimbózással szaporodóknál pedig jó néhány nemzedék létrehozásán át, addig, amíg a bimbózás folyamán az illető állat végre többé-kevésbé egyenlő részre szét nem tagolódott. Az egysejtűek egy részénél tehát az e g é s z élőanyag — de nem az „egyén“ — halhatatlan, míg a soksejtűeknél a potenciális halhatatlanság a szervezetnek csupán néhány parányi sejtecskéjében, az ivar- vagy csírasejtekben jut érvényre. A specializálódás folyamán a szervezet tehát a maga egészére vonatkozólag elvesztette halhatatlanságát: ez volt az ára annak, hogy „a tudás fájának gyümölcséből“ ehessünk. Halandóságunk tudatában az egyén elpusztulása kétségbeejtő, vigasztalan érzés, de be kell látnunk, hogy az egyéniség megszűnése még a halhatatlan véglények körében is fönnáll, mert e g y é n i mára-

dandóságot nem ismer az élet! — Minden emberi törekvés oda irányul, hogy azt a bizonyos órát minél jobban elodázhadjuk, s ez élettudományi ismereteink helyes alkalmazásával többé-kevésbé sikerülhet is.¹ Az egyéni lét megszűnésének végleges leküzdésében való reménykedés azonban a biológus szemében csupán biztató, éltető tévhit. Itt igen találóan idézhetők SCHILLER következő sorai:

„Frommt's, den Schleier
aufzuheben,
Wo das nahe Schrecknis droht?
Nur der Irrtum ist das Lében,
Und das Wissen ist der Tod“.

Végeredményben előreláthatólag mindenkor érvényben fog maradni VERWORNnak az a mondása, hogy „Der Tod entwickelt sich aus dem Lében“, s aki nyíltan tekint az élet mélységeibe, az ott fogja látni a

¹ Az élet meghosszabbítását, az elaggó vagy elgyengülő szervezetnek a belső elválasztási mirigyek működésének fokozása, illetőleg helyreállítása útján VORONOFF és STEINACH sikeresen kísérelték meg. Előző szerző ezt az eredményt here-, illetőleg petefészek átültetésével (transplantatio) érte el (ojtásos eljárás), míg utóbbi a here, illetőleg a petefészek vezetékének elkötéséhez (ligatio) folyamodott.

halált; ezért kérdeztük e fejezet elején mi is SCHILLERrel:

„Wer erfreute sich des Lebens,
Der in seine Tiefen blickt?“

Ennélfogva arra kell törekednünk, hogy az élet mélységeibe csak kutató elménkkel, nem pedig érzelmi mozzanatok szemmeltartásával hatoljunk bele. Ilymódon azután tiszta, nemes és erőteljes örömet lelhetünk az életben, s valamennyire megbékélhetünk annak utolsó felvonásával, ezúton segédkezet nyújtva erre érdemes csekélyszámú embertársunknak: „Und lernen wir besser uns freuen, so verlernen wir am bestén, Andern wehe zu thun und Wehes auszudenken“, mondja NIETZSCHE.

Pusztán élettudományi ismereteink alapján állva tehát az embernek csak két útja van a relatív halhatatlansághoz: az utódaiban való továbbélés, valamint tetteinek és alkotásainak energetikai fennmaradása, mely egyben az erkölcsi fennmaradást is magában foglalja — „famam extendere factis, hoc virtutis opus!“ Jobb élni és a halhatatlanság eme részleges birtoklásában meghalni, mint egyáltalában meg sem születni.

*„La généralisation dogmatique est
la mort du progrès biologique.“*

FEJÉRVÁRY.

*(Bull. Soc. Vaud. Se'Nat., 53
[1920], 1921.)*

Bionomia.

Az élet folyamatai bizonyos törvényszerűségek szerint mennek végbe, s az élettörvények, valamint az ezek értelmében lebonyolódó jelenségek és sajátosságok megállapításával, mint már láttuk,¹ a bionomia, vagyis az élettudományi oknyomozás és életfolyamatmegállapítás tudományága foglalkozik.

Most, miután az étellel és az élet elemi alak és erő-egységével — a sejttel — felépítés és működés tekintetében úgy törzsfejlődési, mint pedig az egyéni fejlődés² alapvonalainak

¹ V. ö. 68. old.

² Az egyéni fejlődés (ontogenia) embryonális szakával foglalkozó tudományt magyarul fejlődéstannak nevezzük; ez nem tévesztendő össze a fejlődéstörténettel, amely kifejezést a leszármazás folyamán végbemenő fejlődésre vonatkozólag használok. „Fejlődéstörténet“ magyarul tehát más jelentésű, mint a fejlődéstanra lefoglalt és általánosan elfogadott német „Entwicklungsgeschichte“.

szempontjából megismerkedtünk, nem lesz érdektelen, ha befejezésül még egy pillantást vetünk bizonyos, az egész szerves világ létében megnyilvánuló, az élet változatos képekben megjelenő kibontakozásának irányt és határt szabó bionomiai tényekre.

Megjegyzem, hogy e helyen csupán a szerves világ mai képeinek a kialakulását eredményező, illetőleg ebben fontos szerepet játszó bionomiai jelenségekre óhajtok kitérni. Hiszen ezek a fejlődéstörténeti mozgások méltán számíthatnak minden az általános műveltség iránt fogékony ember érdeklődésére.

Az életnek megvannak a maga nagy törvényei, de e törvények legelsője az, hogy e törvényeket nem szabad rideg és mindenkor egyenlően alkalmazható kereteknek tekinteni, mert a plasztikus élőanyag nem tűri meg azokat a mesterkélt korlátokat, amelyeket bizonyos életnyilvánulásokra vonatkozólag egyes kutatók az abszolút általánosítás jegyében fölállíthatni véltek.

JEAN DE LAMARCK és CHARLES R. DARWIN az evolúcióra vonatkozó szabatos és korszakalkotó megállapításainak tárgyalása

kapcsán, valamint az életnek W. ROUX-féle működésbeli meghatározásakor is láttuk, hogy az élő világot állandó átalakulás, vagyis fejlődés jellemzi. Az élő lényeknek ez a számos nemzedék folyamán történő, lassú, avagy néhány nemzedéken belül fellépő, gyors, átváltozása a *transformismus*. A transformismus tényén alapul a szerves világ evolúciója, azaz fejlődése. Fejlődés alatt biológiai tekintetben nem mindig tökéletesedés értendő, hanem csupán a szervezetnek életkörülményeiből és sajátosságaiból folyó módosulása. A szervezetek e módosulásai részben a külvilágnak a szervezetre gyakorolt hatásaival kapcsolatosak, részben pedig közvetlenül a szervezet biokémiai, biofizikai és az utóbbiakból folyó örökléstani tulajdonságaiból keletkeznek. Az előző esetben külső, az utóbbiban pedig belső indító okokra (VERWORN szellemében keletkezési feltételekre) visszavezethető fejlődésről beszélünk. Legtöbbnyire a külső s belső tényezők közös hatását állapíthatjuk meg. A szervezetnek a külvilági eredetű ingerek hatása alatt létrejött képződményeit a *d a p t í v* képződmé-

nyéknek nevezzük, míg a közvetlenül belső (anyagcsere-) okokra visszavezethető alakulatokra a *monentophysikus* képződmények elnevezést ajánlottam.

Minden teljes menetű fejlődésben három fő szakaszt különböztethetünk meg: a tökéletesedő fejlődésnek, a fejlődés tetőpontjának és végül a hanyatló fejlődésnek a korszakát; ezeket, ERNST HAECKEL nyomán, *epakme*, *akme* és *parakme* névvel jelöljük. A fejlődésnek az egyszerűsítésben, tehát a törzsfejlődés folyamán elnyert bonyolultabb szervezettségnek eltűnésében megnyilvánuló alakját regressiv vagy helyesebben mondva *d e g r e s s i v* fejlődésnek nevezzük; a megváltozásnak ezt az alakját magyarul „*v i s s z a f e j l ő d é s*“ névvel jelöljük. A visszafejlődés jelensége az evolúció parakmés szakába tartozik.

Ha egy szerv vagy képződmény az *epakme* valamely korai fokán van, akkor annak fejlődéstörténeti kezdemény (*orimentum*) a neve, míg ellenben a *parakme* végső fázisait élő, elkorcsosult szervnek, illetőleg képződménynek a megjelölésére a *c s ö k e v é n y* (*rudimentum*) szót használjuk.

Az alaki és fiziológiai sajátágaikban nagymérvű megegyezést eláruló és egymás között korlátlanul szaporodó egyének öszszessége alkotta biológiai egységet fajnak nevezzük. A fajok általában véve nem állandók. Már egy fajon belül is számos egyéni variáció lép fel; ezeken kívül a fajok térbeli és időbeli elterjedésének, illetőleg fennmaradásának következtében a faj keretein belül örökléstanilag rögzített egységek, a fajták (*varieta*) és alfajok (*subspecies*), keletkeznek. Ez utóbbiakból az idők folyamán megint új fajok alakulhatnak ki. A fajok tehát származástani szempontból csupán a fejlődési sorozatok szakaszait jelképezik. A fajoknak, fajtáknak és alfajoknak a rendszertanban kifejezésre jutó értékelése nem fedi szükségszerűen a származástani kapcsolatokat. Nem következés tehát az, hogy valamely a rendszertanban fajként szereplő alak fejlődéstörténetileg, azaz származástanilag, akár őse legyen a hozzásorolt fajtának, illetőleg alfajnak, akár pedig ennél csak ősbibb is legyen. Sőt az is gyakori eset, hogy egy fajhoz tartozó alakok nem is egymásból származtak, hanem csupán közös köz-

vétlen ösre vezethetők vissza. A rendszertani nomenklatura technikai okoknál fogva csupán a genetikai kapcsolatok mértékét fejezi ki, tekintet nélkül a faj fogalma alá tartozó systematikai egységek egymásközi származástani összefüggésének módjára vagy sorrendjére. A rendszertani névadás módozatait a nemzetközileg megállapított zoológiai és botanikai nomenklatura-szabályok döntenek el; ezek mindenekelőtt a névprioritás elvén alapulnak. A származástani kapcsolatok pontos megállapításának nehézségei sajnos lehetlenné teszik azt, hogy a rendszertani elnevezések a fajokon belül genealógiai szempontok szerint történhessenek, mert ezáltal, az ellentétes vélemények következtében, áldatlan zűrzavarok merülnének föl. A leszarmazási szempontnak a faj keretén belül való érvényesítése rendszertanilag magában véve már azért is lehetetlen, mert, mint említettem, számos fajta és alfaj sem egymással, sem azzal a fajjal, amelyhez rendszertanilag tartozik, egyenes leszarmazási (euthygenetikus) összefüggésben nincsen, hanem valamely a földtörténeti múltban élt és közelebbről nem ismert közvetlen közös ősből eredő ág jelenlegi

végpontja. Ennélfogva a fajok esetében mindenkor szigorúan különbséget kell tennünk a rendszertani törzsalak — vagyis az első érvényes leírásban megállapított nevet viselő rendszertani egység — és a származástani törzsalak között. A származástani kapcsolatok szorosságának mértékére vonatkozólag azonban a rendszertanban is érvényesülhet az egyéni felfogás, így gyakran megesik, hogy több „faj“-t egy — mindig a régebben leírt — faj keretébe vonnak össze, avagy valamely újabban leírt „faj“-t egy régebbi fajhoz csatolnak, fajta vagy alfaj gyanánt. Hasonló módon joga van a szerzőnek valamely, másoktól fajtának vagy alfajnak tartott alakot fajjá „előléptetni“ — viszont szaktársainak is joguk van ahhoz, hogy fölfogását ne fogadják el és ne is kövessék.

A fajok változékonysága igen különböző. Vannak alakok, pl. a *Lingula* nevű kagyló-nem képviselői között, amelyek a legősibb időtől, az említett példában a palaeozoikum legrégebbi részéhez tartozó cambrium-kortól fogva, napjainkig alig változtak valamit, míg más alakok leszármazottai

aránylag rövid idő alatt hihetetlen módosulásokon mentek át, mint pl. az emberi nem. Utóbbinak a legkezdetlegesebb, de már emberszerű ősei valószínűleg a kaenozoi-kum fiatal (neogén) rétegeihez tartozó pliocén korszakban jelentek meg. A változékonyság iránt nem fogékony alakokat a származástanban „időálló típusok“-nak nevezhetjük;¹ számuk aránylag igen csekély.

A fajok átváltozásának okait legelsősorban a LAMARCK-féle tényezőkben, vagyis a működésbeli alkalmazkodásban s a tétlenségből származó elcsenevészedésben, másodsorban az EIMER-féle orthogenetikus fejlődésmenet tényezőiben, s csak harmadsorban, csekély mértékben, a DARWIN-féle természetes kiválogatódás passzívnak nevezhető hatásában találjuk meg. E tanok lényegével már az élettudomány történeti fejlődésének vázolója kapcsán ismerkedett meg az olvasó.² Számottevők továbbá az ÉTIENNE QEOFFROY ST. HILAIRE-féle tényezők,³ azaz a környezetnek a fizikai

¹ E magyar kifejezést Dr. KORMOS TIVADAR barátom ajánlotta a német „Dauertyp“ kifejezésre.

² V. ö. 37., 43—48. és 49—50. old.

³ V. ö. 38—39. old.

földrajz körébe tartozó hatásai, amelyeknek fontosságát EIMER tana is elismeri. Végül jelentős szerepet tölt be a fajképződésben, tehát a fajok átváltozásában, a mendelizmus. Utóbbi a szülők bélyegeinek a nemzedékek folyamán történő átöröklési módozatait igyekszik megállapítani. Ugyanitt kell megemlítenünk a DE VRIES-féle mutációt is.¹ Amilyen sokféle és bonyolult az élő szervezet, éppen olyan sokfélék és bonyolultak azok a tényezők, amelyek a különböző lények fejlődéstörténeti kialakulásában szerepelnek. Ezért van az, hogy az evolúcióról mint egységes egészeiről szólva, a fenti, részben egymással ellentétes tanokban hirdetett tényezők mindegyikének bizonyos, ha nem is egyenlő horderejű fontosságot kell tulajdonítanunk, mert önmagában e tanok egyike sem oldhatja meg a fejlődéstörténeti átalakulás lefolyásának problémáját.

Minden fejlődés specializálódásban áll. A még határozott irányban nem specializálódott szervezetek különböző irányú specializálódás lehetőségét hordják magukon; ezek a gyűjtő- (kollektív) típus-

¹ V. ö. 51. old.

s o k. E gyűjtő-típusoknak az ismerete az őslénytanban (palaeontologia) rendkívül fontos, mert a leszármazás szerteágazó fájában ezekben találjuk meg a különféle specializált alakoknak kiindulási csomópontjait, tehát közös őseit.

A szervezetek specializáltsága egyes szerveik specializálódott voltában rejlik, ez pedig az esetek túlnyomó részében működésbeli jellegű, azaz a LAMARCK-féle tényezőkön alapul. A szervek egyazon szervezeten belül különböző viszonyban állhatnak egymáshoz. E tekintetben, a modern kísérleti állattan kutatásaira támaszkodva, BERNHARD DÜRKEN nyomán, háromféle viszonyt különböztethetünk meg: a viszonyosságot vagy korrelációt, a függetlenséget vagy relációt, és az önmagában vett együttes előfordulást vagy kombinációt. Korreláció akkor áll fenn, ha a szervek működésük és kialakulásuk során kölcsönös hatást gyakorolnak egymásra. Relációról akkor van szó, amikor valamely szerv működésbeli, illetőleg fejlődésbeli tekintetben egy másik szervtől függ, anélkül azonban, hogy az előbbi vi-

szonhatással volna az utóbbira. A kombináció esetében pedig bizonyos szervezeti tulajdonságok egy szervezeten belül fordulnak ugyan elő, de ezek még sincsenek egymással közvetlen működésbeli, illetőleg fejlődésmechanikai kapcsolatban.

A törzsfajlás folyamán a közös eredetű, tehát azonos embriologiai kezdeményekre¹ visszavezethető szerveket homolog szerveknek mondjuk, tekintet nélkül arra, hogy eredeti működésük vagy szerepük a törzsfajlás folyamán a különböző alakoknál megmaradt-e vagy sem. Ilyen homologia — azonososság — állapítható meg a gerincesek csontvázat alkotó számos elemre vonatkozólag, a halaknak általában *Coenocrania* néven alosztályba foglalt képviselőitől kezdve, föl, egészen az emberig. Ezzel szemben analógok a szervek, hogyha fejlődéstörténeti múltjuk különböző ugyan, de egyenlő természetű életműködésre specializálódva bizonyos felületes ha-

¹ A magyar nyelvben a „kezdemény“ szót úgy embriologiai („Anlage“), mint törzsfajlási („oriensmentum“, 1. 202. old.) értelemben használjuk, amiért is megfelelő jelzővel kell ellátnunk.

sonló ságra tettek szert. Ilyen például a madár vagy a rovarévó emlősökhöz tartozó denevér szárnya meg a lepkeszárny, vagy a *Draco* nevű hüllő-nem meghoszszabbodott bordái segítségével létrejött szárnyra emlékeztető függeléke és a bizonyos emlősök (például *Galeopithecus*, *Petaurus*, *Pteromys*) elülső és hátulsó végtagja között kifeszülő hatalmas bőrredő (*patagium*), amely a fákon való életmód következtében kifejlődött ejtőernyőszerű képződmény.

A W. ROUX-féle alaki önszabályozás törvényénél fogva a szerveknek törzsféjlődésük folyamán szerzett tulajdonságai átöröklődnek (a szerzett tulajdonságok átöröklődésének törvénye), s e tulajdonságok nyomai az utódokban még akkor is meg szoktak maradni, ha a szervezet közben új irányban módosult. Az ilyen tanújelek alapján állapíthatjuk meg a különféle szervezetek között fennálló rokonsági kapcsolatokat. Minél tökéletesebb a homológ szervek meggyezése a különböző alakoknál, annál szorosabb közöttük a rokonság. E módszer segítségével az élő világot különböző nagyságú és különböző értékű egységekre, cso-

portokra tagolhatjuk. Az ilyen csoportok a rokonságon, vagyis a genetikai m o z z a n a t o k szemmeltartásán épülnek föl, és az így kialakuló rendszert természetes rendszernek nevezzük. Minden rendszerezés lényege az, hogy benne ne a rendszerező önkénye, hanem a természetes kapcsolat érvényesüljön. Ennélfogva a rendszer-tani csoportosítás és beosztás, tudásunk elmélyítésével karöltve, állandóan módosul, tökéletesedik. A rendszer természetességéhez hozzátartozik, hogy az egy csoportba összefoglalt alakok egy törzsből származzanak, m o n o p h y l e t i k u s o k legyenek, vagyis ugyanegy származási törzsnek vagy ágának leszármazottait foglalják magukba. Mihelyt valamely csoport vegyes eredetű, élettudományi műnyelven szólva „polyphyletikus“ jellegű — azaz oly alakokat tartalmaz, amelyek lényeges bélyegeikben megegyeznek ugyan, leszármazásukat tekintve azonban különböző, egymással közvetlenül össze nem függő kiindulási pontokra nyúlnak vissza — elveszíti természetes (genetikus) alapját, s ezzel együtt az illető keretek között való főnnállásának tudományos létjogosultságát. Ebben a kérdésben tehát O. ABELt, nem

pedig H. F. OSBORNt kell követnünk. — A szervezet bélyegei, mint azt már másutt is hangsúlyoztam, hieroglypháknak tekinthetők, s ha ezek olvasását — a szervek működésének és alkalmazkodásának ismerete alapján — megtanultuk, akkor ki tudjuk olvasni a szervezetről múltjának történetét, s a módosulásokat úgy genetikai, mint bionómiai szempontból helyesen fogjuk értékelhetni. Minél nagyobbak a rendszer egységei, annál csekélyebb a bennük foglalt szervezetek közös bélyegeinek a száma, s a legfőbb egységekhez érve azt tapasztaljuk, hogy az általuk felölelt lények közötti megegyezés már csupán csak a szervezetség bizonyos alapvonalaira szorítkozik. — Hasonló életmód, hasonló működések, avagy különböző életmódok mellett föllépő — tehát különböző eredetű — de ugyanabban az irányban ható ingerek avagy ingerhiányok különböző, egymással közelebbi rokonsági kapcsolatban nem álló alakok egyes szerveinek egybevágó, illetőleg hasonló kialakulására vezethetnek. Ha a megegyezés homológ szerveknek dinamikai tekintetben egyenlő, vagyis homodinamikus működésére vezethető vissza, akkor e megegyezést paralleliz-

m u s n a k nevezzük. Ha ellenben különböző — tehát nem homológ, hanem heterogen — szervek homodynamikus működés révén válnak egymáshoz hasonlókká, akkor DARWIN értelmében vett „analóg hasonlóságok“-kal állunk szemben, s ilyenkor konvergenciáról beszélünk. A parallelizmus esetében a különböző élőlényeken fellépő bizonyos sajátosságok egybevágók, megegyezők, s egyenlő átalakító behatásokra vezethetők vissza. Az így keletkezett bélyegek lényegükben ugyancsak megegyezők, s azok a szervek vagy képződmények, amelyeken létrejöttek, lényegileg azonos alaktani (morphologiai) felépítéssel rendelkeznek, és megegyező fejlődéstörténeti átalakulásokon mentek keresztül. A konvergencia létrejötte, ezzel ellentétben, hol egyenlő, hol pedig csupán hasonló behatások következményeként jelentkezik. Az ezúton létrejött bélyegek nem megegyezők, csak bizonyos mértékben hasonlóak, azok a szervek pedig, amelyeken létrejöttek, alaktani felépítésük, valamint fejlődéstörténeti múltjuk tekintetében szintén többé-kevésbé eltérők. A parallelizmusnak és a konvergenciának ez a találó és világos meghatározása

O. ABELtől ered,¹ s azért különösen fontos, mert óvakodnunk kell attól, hogy akár a parallelizmus, akár pedig a konvergencia útján némelykor a legkülönfélébb csoportok képviselői között előidézett részleges megegyezésekből vagy hasonlóságokból rokonsági kapcsolatokra következtessünk. Például a *Galeopithecus* nevű, fákon élő emlős kézújjai és az indiai *Rhacophorus* nevű, fákon élő „repülő“ béka kézújjai között kifeszülő hatalmas fejlettségű bőr (*membrana interdigitalis*) parallelizmuson alapuló homológ képződmény, míg az őshalak (*Plecodermi*) külső csontpáncélja és a rákfélék külső chitinváza heterogén származékok, s hasonlóságuk csupán konvergenciának minősíthető.

Ugyancsak a W. ROUX-féle alaki önszabályozásra, a szerzett tulajdonságokhoz az

¹ Ez a meghatározás kétségtelenül helyes, de ABELnek a konvergencia illusztrálására fölhozott példái részben (v. ö. O. ÁBEL, *Grundzüge d. Palaeobiologie d. Wirbeltiere*, Stuttgart, 1912, 625. old.) — éppen az ő meghatározása értelmében — homológ szervekre vonatkozóan, a parallelizmusok, és nem a konvergenciák csoportjába tartoznak.

öröklés folyamán való ragaszkodásra vezethető vissza az evolúció „megfordíthatatlanságára“ („loi de irréversibilité de l'évolution“) vonatkozó DOLLO-féle törvény. Ezt a törvényt, melyet túlságosan merev alakba foglaltak, s túlságosan általánosítottak, idevonatkozó speciális tanulmányaimra támaszkodva röviden a következőkben vélem megszövegezhetni:

A fejlődéstörténet folyamán a kialakulás egy bizonyos nemét elért szervek vagy képződmények nem szoktak a további fejlődés folyamán olyan módosulásokon átesni, hogy ismét ugyanolyanokká legyenek, mint amilyenek evolúciójuk valamely korábbi szakában voltak. Ezt a törvényt a fejlődéstörténeti szakok inkongruenciája törvényének is nevezhetnénk. A genealógiai fázisok inkongruenciája azonban csak akkor általános érvényű, hogyha valamely rendszertani egységet jellemző bélyegek egész összességére (komplexusára) vonatkozik. Abból az itt leszögezett megállapításból, hogy valamely származástani sorozatot alkotó rendszertani egységek, pl. fajok közül nincs olyan, amely egy má-

sikkal sajátosságainak összességében megegyeznek, önként következik a rendszertani egységek fejlődésmenetének megfordíthatatlansága (irreversibilitása). Ez azt jelenti, hogy valamely a fajból kialakult b faj sohasem fejlődhetik oly irányban, hogy a belőle keletkező c faj azonos legyen az a fajjal.

Ez azonban nem zárja ki az EIMER-féle epistrephogenesis törvényét. Utóbinak szövegezésében megadott lényege az, hogy egyes szervek, illetőleg képződmények a fejlődéstörténeti átalakulás folyamán, bizonyos esetekben, egészen vagy majdnem ugyanolyanokká válhatnak, mint amilyenek evolúciójuk egy korábbi szakában voltak. Az epistrephogenesis, vagyis az evolúciós folyamatok úgynevezett „megfordíthatósága“ azonban mindenkor csupán a szervezet bizonyos részleteire (szerveire vagy képződményeire) vonatkozik, nem pedig valamely rendszertani egység összes bélyegeire. Ezért hangsúlyoztam idevonatkozó tanulmányaimban, hogy az epistrephogenesis részleges (partiális)

jelenség. A szoros értelemben vett epistrophogenesis a kifejlett egyénben rendes körülmények között letűnt, de szunnyadó (látens) állapotban megőrzött öröklött hajlamok meg tulajdonságok fölelevenítésében nyilvánul, s így a legszorosabban kapcsolódik bele az alább következő törvénybe.

Ez a törvény biogenetikai alaptörvény. Modern fogalmazásában SERRES nevéhez fűződik, és azt mondja, hogy az élőlények egyéni fejlődésük folyamán megismétlik azokat a fő fejlődéstörténeti szakokat, amelyeket elődeik a törzsféjlődés folyamán átfutottak. Ha az embryonális fejlődés a törzsféjlődés tiszta, zavartalan képét nyújtja, akkor a fejlődés menete palingenetikus, ha ellenben az embryo (vagy lárva) sajátos életkörülményei következtében keletkezett, tehát az embryonális élet folyamán később szerzett tulajdonságok homályosítják el bizonyos szerveknek vagy szerv-csoportoknak az ősi fejlődésüket visszatükröző képét, akkor az egyén fejlődése caenogenetikus. — A leszármazás mikéntjének a megállapításában tehát nemcsak

az őslénytani, hanem — az ősi állapotok fejlődéstani megisméltése (biogenetikai rekapituláció) révén — az embryologiai tényekre is támaszkodhatunk.

Az imént elmondottakat figyelembe véve, könnyen megérthetjük az epistrephogenetikus jelenségek keletkezését. Ezek ugyanis legtöbbszörre azon alapulnak, hogy a biogenetikai rekapituláció folyamán szereplő ősi tulajdonságok az embryo korának háttárára túl rögzítődnek, s a felnőtt állat eme visszaszerzett tulajdonságai a nemzedékek folyamán megint a meglett egyének állandó jellegévé válnak.

Megjegyzem, hogy bizonyos esetekben elméletileg föltehető, hogy a törzsfajlás folyamán szerepelt hajdani bélyegekkel megegyező új bélyegek az utódokban nem a szunnyadó öröklött sajátosságok felelevenítésén, reaktiválásán alapulnak, hanem, hogy azokat a szervezet valami újabb inger hatására kezdeményükben ismét megszerezte. Ez esetben tehát, bionómiai tekintetben, nem visszaszerzett, hanem újból megszerzett bélyegekről beszélünk. A fejlődéstör-

téneti ismétlődésnek ezt az alakját — amelyet nem szabad az örökléstanilag megalapozott epistrephogenesis-sel összecserélnünk — *n e o g e n e s i s n e k* neveztem.

A törzsfajlódástani kutatások, azaz a rendszertani egységek törzsfájának felderítését célzó tanulmányok szempontjából igen fontos, hogy különbséget tegyünk az 0. ÁBEL értelmében vett phylogeniai „leszármazási sor“ („Ahnenreihe“) és a phylogeniai „fokozati sor“ („Stufenreihe“) között. Leszármazási sorokon egyenes leszármazási, azaz *e u t h y g e n e t i k u s*¹ sorozatokat értünk: ezeknek minden tagja a megelőzőnek közvetlen leszármazottja. A fokozati sor ellenben csupán a szervezetség fejlettségi fokának, illetőleg tulajdonságainak szempontjából valamely szerv vagy szervezet különböző, egymást követő fejlődéstörténeti fokainak megtestesítőjeként szerepel, anélkül, hogy a fokozati

¹ Az *euthygenesis* kifejezést az egyenes leszármazás megjelölésére vezettem be („enchaînement organique linéaire“). Az *euthygenesis* tehát a törzsfajlás (phylogenesis) egyes szakait jelöli; a phylogeniai elágazások ennél fogva *euthygenetikus* sorokból állanak.

sorba állítható rendszertani egységek, pl. fajok, egymásból levezethetők avagy egymással közelebbi rokonságban volnának. Leszármazási sorozat pl. a *V i v i p a r a Neumayri FUCHS* nevű csigától a *V. H o é r n e s i NEUM.*-ig vezető sor, míg a lófélék törzsfájának az ötújjú *P h e n a c o d u s*-tól az egyapatás (amerikai) *P r o t o h i p p u s*-ig összeállítható sorozata a fokozati sorra szolgáltat példát. Valamely kezdetleges ostoros véglény (*Flage 11* ata), például egy Monas-faj, azután az ugyané véglény-csoportba tartozó, kolóniákat alkotó *V o l v o x* vagy *Q o n i u m* és a legalacsonyabbrendű Metazoaikat képviselő édesvízi *H y d r a*, szervezettségi fokukat tekintve, ugyancsak törzsfajlódási fokozati sorba állíthatók.

Általában véve csakis olyan alakok állíthatók ugyanabba a leszármazási sorba, amelyeknek homológ bélyegei, egyenként véve, e bélyegek szempontjából egyirányban haladó speciálizációt árulnak el. Ha e bélyegek a származástani szempontból vizsgált különböző rendszertani egységek keretén belül váltakozó, tehát ellentétes irányt követő speciálizációt tüntetnek föl, akkor

ÁBEL nyomán „kereszteződő specializációk“-ról („Spezialisationskreuzung“) beszélünk. Kereszteződő specializációkat főltüntető alakokat csak abban az esetben foglalhatunk ugyanegy leszármazási sorba, ha meg tudjuk állapítani, hogy a specializációk kereszteződését epistrephogenetikus folyamatok idézték elő. — A kereszteződő specializációnak ezt a különböző rendszer-tani egységek (pl. fajok) bélyegeire vonatkozó alakját interformálisnak neveztem, szemben az intraformális kereszteződő specializációk esetével, amikor ugyanegy fajon (fajtán vagy alfajon) belül különböző, egymással akár relációban, akár csupán kombinációban álló bélyegek tüntetnek föl ellentétes irányú specializációkat.

Az evolúció nem halad egyenlő mértékben sem a különféle fajokat illetőleg, sem pedig ugyanegy faj különböző szerveit tekintve. Az evolúció útján gyorsan előrehaladó, hogy úgy mondjam, a fajformálódás szempontjából „forrongásban“ levő fajokat, BOLKAYt követve, epidotikus alakoknak, e gyorsütemű evolúciót pedig epidosisnak ne-

vezzük. — Ezzel ellentétben áll az e p i s t a s i s (EIMER). Ez abban nyilvánul, hogy valamely faj fejlődésének bizonyos fokát elérve veszteg marad, ami akár az epakme, akár pedig az akme fázisában bekövetkezhetik. Ezen az alapon tehát e p a k m i k u s és a l e n i i k u s e p i s t a s i s - t különböztetem meg. Végül az is előfordulhat, hogy egy faj bélyegeinek egy része fejlődésében előrehaladott, a másik ellenben epistatikus jellegű; ilyenkor, EIMER nyomán, h e t e r e p i s t a s i s - ról beszélünk. A heterepistasis okozza az intraformálisan kereszteződő specializációt.

Megesik, hogy bizonyos rendszertani egységek, pl. fajok vagy fajták, fejlődésükben orthogenetikus okoknál fogva párhuzamosan haladnak, s ilymódon hasonló alaktani, mustrázatbeli vagy fiziológiai eredményeket érnek el. Az evolúció e nemének h o m o e o g e n e s i s (EIMER) a neve. A homoeogenesis a szervezetben (plasmában) rejlő megegyezéseknek, vagyis h o m o e o p l a s i á - nak az eredménye. A homoeogenesis, mint orthogenetikus jelenség, elsősorban „belső“ ingereken alapul, míg a már említett parallelizmus, funkcionális jel-

legű lévén, főként a környezet hatásában leli magyarázatát; az alakbeli megnyilatkozás mindkét esetben párhuzamos fejlődési eredményekben áll, de a közvetlen indítóokok eltérnek egymástól. — Az is előfordul, hogy különböző alakok ugyanazokat a biológiai végeredményeket egymástól teljesen eltérő fejlődési utakon érik el (pl. különféle lepkék szárnyának bizonyos megegyező színmustrázatai). A fejlődésnek ezt a módját EIMER heterodogenesiss néven vezette be a szakirodalomba.

Végül még egy törvényt óhajtok e helyen megállapítani, s ez a fejlődési irányok törvénye. E törvény abban áll, hogy a törzsfelődés folyamán kialakult származási ágak által képviselt rendszertani egységek mindig csak a maguk csoportját jellemző lényeges tulajdonságok, vagyis a bennük levő fejlődési képességek (potenciák) irányában fejlődhetnek tovább — utóbbiak pedig, az évmilliók örökföldési sajátosságok folytán, minden egyes csoportban mások. Ezért nem fejlődhetnek át valamely faj más feji ördés történeti múltú és más rendszertani csoportba tartozó, vele

egyidőben élő (synchronikus) fajjá, s ezért nem történhetik meg az, amit az evolúció s az alkalmazkodás tanának ellenesei a kultúr-harc idejében a transformismus bizonyítása céljából megkívántak: hogy pl. a mai emberszabású majmokból emberek fejlődjenek, vagy hogy egy vízbe dugott egér ne pusztuljon el, hanem kopoltyúkat fejlesszen! Mivel ez nem történik meg, mondták az evolúció szűklátókörű ellenesei, nem is állhat meg az evolúció tana. Gyermekes és meg gondolatlan élcélődés ez, ugyanolyan, mintha azt kívánnák a közös leszármazáson alapuló vérrokonság bizonyítására, hogy valaki a saját unokatestvérévé vagy a tulajdon testvérévé alakuljon át! Ezek pedig éppen olyan különböző ad hoc fejlődési végpontok, mintha már más systematikai csoportokhoz (pl. rendszertani családokhoz vagy nemekhez) tartozó fajokról van szó. Még ugyanegy rendszertani nemnek egyidőben élő fajainál is ritka dolog az, ha az egyik faj a másikból levezethetőnek bizonyul. A fajtáknak, alfajoknak és fajoknak keletkezése többnyire időbeli folyamat, vagy pedig a térben történő elterjedés révén létrejött

elkülönülés (dissociatio) következménye. Az utóbbi rendszeren hosszabb időt igényelvén, a fajformálódás idő- és térbeli tényezői leginkább együtt szerepelnek. Legritkábban fordul elő az az eset, hogy egy helyen, egy földtörténeti időszakon belül, oly módon keletkezik valamely bélyegeiben, rögzítődő új alak, hogy mellette az a törzsalak is továbbra fennmarad, amelyből származott. A leszármazásnak ez a ritka módja a törzsalak bizonyos egyéneinek valamely fluktuáló variációjában rejlő orthogenetikus fejlődési irányzatnak tulajdonítható. Erre az esetre jó példa a közönséges kecskebéka (*Rana esculenta* L. s. str.) és a belőle fejlődött, vele egy területen élő (coexistáló) var. *meridionalis* [DE L'ISLE] LATASTE.¹ Sok mindent el lehet érni, és sok mindent meg lehet vásárolni, de a múltban lejátszódott és egyben a szervezet jövőjét potenciálisan eleve irányító és korlátozó fejlődés folyamatán változtatni már nem lehet! A Múlt elrabolhatatlan tulajdonunk — olykor kincsünk — Jelenünk e múlton épül fel, s minden, szervezetünk jelenét a múlthoz sorakoztató, el-

¹ = var. *Lessonai* CAMER. (sensu BLGR.).

röppenő perc predestináló hatással van az Élet Jövőjére, akár egyéni létünket, akár pedig utódaink és kortársaik létét illetőleg.

Ezek a szerves világ kifejlődésében szereplő legfőbb élettörvények. Megnyilvánulásuk a szervezeteket felépítő protoplasma biokémiai és biofizikai, tehát életanyagbeli és életenergetikai tulajdonságaitól függ.¹ Látjuk, hogy az élőanyagot vizsgálva, a pusztán kémiai és

¹ Ez a determinizmus tanának lényege. E tan fölfogásunk és cselekedeteink rugóit szervezeti összetételünkben keresi. De ebből nem következik, hogy ad hoc bizonyos fokú cselekvési szabadságunk ne lenne, mert ez utóbbi agyunk akarati centrumaitól függ, s ezeket éppen úgy lehet rendszeres gyakorlás, vagyis használat révén meghatározott cselekvésekhez szoktatni, illetőleg ezekre beállítani, mint más szerveket. Ebben áll a nevelés és az önfegyelmzés („self control“). Érdekes, hogy az önuralomra és az akarat fejlesztésére alapított, kétségtelenül sok túlzásban is szenvedő amerikai „New T h o u g h t“-iskola végelemzésben — tudtán kívül — az úgynevezett p s y c h o l a m a r c k i z m u s - o n alapul. A psycholamarckizmus szerint a szervezet mintegy akaratával tudja az egyes szervek kifejlődését befolyásolni. Ez egészben véve természetesen megint túlzó állítás, de részleteit tekintve, legalább az ember esetében, de valószínűleg más, magasabb fejlett idegrendszerű állatok esetében is, bizonyos fokig mégis fennáll. Jó példa erre az ember a u t o s z u g g e s z t i ó j a : ennek egyik eklatáns, anatómiai elváltozást előidéző eredményét a vallási rajongók úgynevezett „stigmái“-ban láthatjuk.

fizikai jelenségeken kívül van még valami, amit nem tudtunk megfogni, kimerítően elemezni és meghatározni, s ez: az Élet. Az életet, a maga csodálatos működésbeli sajátosságaival, a vitalisták táborá éppen ezért valami különálló erőnek, az élőanyag specifikus tulajdonságának tartja. Egyesek már azt kezdik hirdetni róla, hogy „örökkévaló“, hogy valahol mindig létezett. Mi azonban az életet m e c h a n i s t a alapon állva iparkodjuk megmagyarázni, s ebben a tényben is csak a fejlődés t ö r v é n y é n e k következményeit látjuk: a mindenkor pusztán fiziko-kémiai folyamatokon alapuló élet az évszámokban ki sem fejezhető földtörténeti idők folyamán oly bonvolult és önálló folyamattá lett, maga az élő anyag annyira sajátos jelleget öltött, hogy lényegének fiziko-kémiai vizsgálatok alapján történő földérítése mai a l a k j á b a n már valóban alig remélhető. E probléma megoldásához tehát csakis úgy foghatunk hozzá, ha laboratóriumi úton, a szintetikus módszert alkalmazva megkíséreljük az életet abban a l e g e g y s z e r ű b b alakjában előállítani, amelyben keletkezett — mert, hogy egyszer keletkeznie kellett, azt az életeredet kérdésének tárgyalása kapcsán már láttuk.

Hosszú út vezetett az első protoplasma

cseptől, a kolóniákat alkotó véglény fokán áthaladva, a differenciált szervekkel rendelkező egyénhez, s ezen keresztül a fejlett értelmiségű és az egyének közös céljainak megvalósítására társadalmakba tömörülő emberi fajokhoz. Ez az élet történelme, a Nagy Történelem. Tanítómestere pedig az élettudomány. A Nagy Történelem rövid rekapitulációját, mintegy térbeli vetületét a mai élővilág keretében is szemlélhetjük. Ha az Egyenlítő felől a pólusok felé — még pedig, ahogy a magam részéről hangsúlyozni kívánám, az Északi Pólus felé — haladunk, azt tapasztaljuk, hogy a mai mérsékelt égövben található fosszilis és recens szervezetek helyszíni leszármazási soraira emlékeztető élő fokozati sorokra bukkanunk. Ezt a tényt ebben az alakjában BOLKAY mondta ki először, még pedig a gerincesekre vonatkozólag, és így azt a BOLKAY-féle törvényt nevezhetjük. A lényegét röviden összefoglalva tehát: a trópusoktól az Északi Pólus felé haladva olyan nagyszabású fokozati sor állítható össze, amely a mérsékelt égövi alakok leszármazási sorozatának fő vonásait tükrözi vissza.

Táblamagyarázat.

„A biológia története“ c. fejezethez:

I. Tábla.

Képek az ő s e m b e r világából.

1: a neandertali ember (*Homo primigenius* SCHWALBE) fejének rekonstrukciója. (R. STRÜDEL baseli festőművésznek Dr. L. REINHARDT utasítása nyomán készült képe.)

2: női, 3: férfi testet ábrázoló, mammuthagyarból készült faragvány; az előző a Laugerie Basse-ból, az utóbbi Brassempouy-ból való; mindkettő az őskorszakból (palaeolithicum). 4: a „willendorfi Venus“; mészkőbe faragott őskor szaki szobor, Ausztriából. 5: mammuthagyarból faragott vadlőszobor az őskorszakból; az Espélugues-i barlangból (Franciaország). 6: mammuthagyarból faragott lófej az őskor szaki barlangból (Franciaország).

(1, 5 és 6: REINHARDT művéből, 2, 3 és 4: M. HOERNES művéből; az 1. sz. eredeti REINHARDT-féle közlés, a többi különféle eredetű.)

II. Tábla.

Képek az ő s e m b e r világából.

1: mammuthagyarból faragott női fej (valószínűleg bőr-) fejdíszszel az őskorszakból; Brassempouy. 2: vadászvarázslat alkalmával zergebőrbe bújó férfiakat ábrázoló karc őskorszakbeli varázspálcán. 3: őskorszakbeli színes bölényfreskó az Altamira-i barlangból (Spanyolország).

(Különféle eredetű képek [a 3. eredetije BERUIL-től való] REINHARDT művéből.)

III. Tábla.

A „máltai Venus“; őskőkorszaki terracottaszobor egy máltai barlang alatt fekvő üregből. A barlangban e szobornak óriási méretű mása látható, mely valószínűleg vallási kultusszal függött össze. Nincs kizárva, hogy az „Odysseia“-ban K a l y p s ó nimfa legendás alakja az őskőkorszak művészetének e kolosszusára vezethető vissza, habár tudtommal „Ó g y g i a“ szigete nem Máltával, hanem Gozo-val azonos. — Ebben az esetben hasonló jelenséggel állnánk szemben, mint amikor, 0. ÁBEL professzort követve, az ógörögök kyklopsmondáját a Földközi Tenger egyes szigetein talált fosszilis törpeelefánt-koponyákkal hozzuk kapcsolatba. Az elefánt-koponya homloktájéka ugyanis meglehetősen emlékeztet az emberi koponya azonos részére, szemüregei pedig feltűnően sekélyek, míg a középvonalban fekvő mély orrüreg könnyen szolgálhatott az „egyszemű óriások“ legendájának alapjául.

(A „máltai Venus“ képei s az erre a leletre vonatkozó magyarázat M. PASSARGO cikke nyomán.)

IV. Tábla.

1: ARISTOTELES egy FULVIUS URSINUS gyűjteményéből való féldombormű szerint. 2: C. VON LINNÉ 60 éves korában. 3: JEAN DE LAMARCK; 1805-ben THORNTONTól közölt kép. 4: G. CUVIER báró. 5: K. A. VON ZITTEL.

(Valamennyi kép W. A. LOCY művéből.)

V. Tábla.

1: CH. R. DARWIN; sajátkezű aláírással ellátott kép, amelyet boldogult id. HAMPEL JÓZSEFné, szül. PULSZKY POLYXENA Londonban — PULSZKY FERENC emigrációja idejében — DARWINTól kapott

(1907 óta szerző birtokában). 2: ERNST HAECKEL (WALOCY művéből). 3: H. F. OSBORN. 4: KITAI-BEL PÁL (KLEIN GYULA nyomán).

Az „Ősnemződés“ c. fejezethez:

VI. Tábla.

LEDUC-féle probiotikai termékek.

1: tengervízben előállított osmotikus termékek. 2: édesvízi osmotikus termékek. 3: keletkezési folyadékában úszó osmotikus termék; a nyúlványok akkor keletkeztek, amikor a készítmény két különböző töménységű folyadék réteg közé került. 4: gomba alakú osmotikus termékek. 5: mesterséges folyékony sejtek; festett sodiumchlorátnak nálánál kevésbé tömény sodiumchlorát-oldatba való csepegtetése által keletkeztek. 6: a sejtek magoszlásának (karyokinézis) diffúzió útján mesterségesen előállított mása. 7: folyékony csillós sejtek; festett sósvíznek nálánál kevésbé tömény sósvízbe való csepegtetése folytán keletkeztek; a sejtek állaga szelvényesen tagozódott.

(ST. LEDUC művében közölt fényképfelvételek nyomán.)

;

VII. Tábla.

Osmotikus úton előállított édesvízi „mesterséges növények“.

1: calciumchlorátnak és mangánchlorátnak silicát-, carbonát- és foszfát-oldatban kialakult terméke; a terminális „szervek“ színe különbözik a „szár“ színetől; a természetes nagyságnak körülbelül $\frac{1}{4}$ része. 2: magvas terminális „szerveket“ viselő osmotikus termék; a természetes nagyságnak körülbelül $\frac{1}{4}$ része.

(ST. LEDUC művében közölt fényképfelvételek nyomán.)

„A Sejt“ c. fejezethez:

VIII. Tábla.

A sejtoszlás főfázisainak schémája. Lényege a magoszlás (karyokinésis).

A sugaraktól körülvelt szimmetriás elhelyezésű pontok a centriolumok, a sejt közepén látható fekete elemek pedig a chromosomák. Az 1. ábra a nyugalmi helyzetben levő (vegetatív állapotú) sejtet, a 2., 3. és 4. ábra a prophasist, az 5. és 6. ábra a metaphasist, a 7. és 8. ábra az anaphasist, a 9. és 10. ábra a telophasist mutatja be. (V. ö. a szöveg 132. old.-val.) (BOVERI nyomán.)

IX. Tábla.

VORONOFF-féle műtéttel megfiatalított kos és aggastyán.

1: elaggott kos ojtás előtt, 1918~ban. 2: ugyanaz a vén kos $5\frac{1}{2}$ évvel az ojtás után, 1923-ban. 3: GEORGES BEHR, a Douera-i aggok menhelyéből, 73 éves korában, 1924-ben, ojtás előtt. 4: ugyanaz az egyén 1 évvel a műtét után, 1925-ben. (VORONOFF nyomán.)

A „Bionomia“ c. fejezethez:

X. Tábla.

Példák a parallelizmusra és konvergenciára.

1: *Galeopithecus volans* PÁLL. (Rovarvökhöz tartozó emlős.) 2: *Rhacophorus Reinwardti* BOIE. (Ranidákhoz tartozó béka.) 3: *Pterichthys Milleri* AG. (Pala, corderm-i-hez tartozó őshal a devon-időszakból.) 4: *Eurypterus Fischeri* EICHW. (Merostomatákhoz tartozó ősi ízeltlábú a szilur-

időszakból.) 5: *Xiphosura polyphemus* L. (Merostomatákhoz tartozó, ma is élő, ősi szervezetű ízelt-lábú.)

1 és 2: a parallelizmus az ujjak között kifeszülő bőrredőkben nyilvánul; 3 és 4—5: a konvergencia az őshal és a két Merostomata 'külső — de az első esetben csontból, az utóbbi 2 esetben ellenben chitinből álló — páncéljában nyilvánul meg.

(1-2: BREHM, 3: TRAQUAIR, JAEKEL és O. ÁBEL, 4: NICHOLSON és LYDEKKER, 5: LEUCKART nyomán.)

XI. Tábla.

Példa a homoeogenesi-sre és a leszármazási (euthygenetikus, l. 219. old.) sorra.

1: *Papilio Daunus* BOISD. (hím) szárnya alulról. (Hazája Északamerika.) 2: *Papilio Alexander* ESPER (nőstény) szárnya. (Hazája Európa.) A két lepkefaj szárnyának hasonló mustrázata (és színeződése) orthogenezisen (l. 50. old.) alapuló homoeogenesis (l. 222. old.), tehát monentophysikus (l. 202. old.) jellegű.

3: *A Vivipara Neumayri* FUCHS nevű csigafajtól a *V. Hoernesii* NEUM. nevű fajig vezető leszármazási sor.

(1—2: EIMER, 3: NEUMAYR nyomán.)

XII. Tábla.

Példa a törzsfjlődési fokozati sorra.

1: *Monas vulgáris* CIENK. (Ostoros véglény.) 2: *Gonium pectorale* O. F. MULL. (Kolóniákat alkotó ostoros véglény.) 3: (a baloldalon, fehér 1-sel jelölve) *Chlorohydra viridissima* PÁLL. (ivaros [hermaphroditikus] szaporodásban). 4: (a jobboldalon, fehér 2-sel jelölve) *Hydra vulgáris* PÁLL. (ivartalan tbimbózó] szaporodásban).

(1: BELAR nyomán; 2: HARTMANN nyomán; 3—4: MARSHALL nyomán.)

A modern biológiai irodalom néhány közkeletű terméke.

ÁBEL, O., Paläobiologie der Wirbeltiere, Stuttgart, 1912.

Abstammungslehre, Systematik. Palaontologie, Biogeographie, in: Die Kultur der Gegenwart. dritter Teil, vierte Abteilung, vierter Band, Leipzig, Berlin, 1914. (Több szerzőtől.)

Allgemeine Biologie, u. o., erster Band, Leipzig und Berlin, 1915. (Több szerzőtől.)

BURCKHARDT, R., Geschichte der Zoologie, in: Samml. GÖSCHEN, 327, Leipzig, 1907.

DELAGE, Y., et GOLDSMITH, M., Les Théories de l'Évolution, Onzième mille, in: Bibi. de Philos. scient., Paris, 1924.

DEPÉRET, CH., Les Transformations du Monde animal, Septième mille, in: Bibi. de Philos. scient., Paris, 1916.

DÜRKEN, B., Einführung in die Experimentalzoologie, Berlin, 1919.

Az élők Világa, in: A Műveltség Könyvtára, Budapest, 1907. (Több szerzőtől.)

Az Ember, u. o., Budapest, 1907. (Több szerzőtől.)

GOMBOCZ E., Rendszeres Növénytan, I—II, Pécs-Budapest, 1925, 1926.

KAMMERER, P., Allgemeine Biologie, Stuttgart und Berlin, 1915.

KAMMERER, P. Neuvererbung oder Vererbung erworbener Eigenschaften, Erbliche Belastung und erbliche Entlastung, Stuttgart—Heilbronn, 1925.

LAMBRECHT, K., Az ősember, Budapest, 1926.

LAMARCK, J. DE, Philosophie Zoologique, Paris. 1809.¹

LOCY, W. A., Die Biologie und ihre Schöpfer, autoris. Übersetzung d. zweiten amerikan. Aufl., von E. NITARDY, Jena, 1915.

LEDUC. ST., Théorie physico-chimique de la Vie et Générations Spontanées, Paris, 1910.

MÉTALNIKOV, S., Immortalité et rajeunissement dans la biologie moderné, in: Bibi. de Philos scient, Paris, 1924.

PERRIER, E., Lamarck, in: Les Grands Hommes de Francé, Paris, 1925.

PARKER, T. J., and HASWELL, W. A., A Text-Book of Zoology, Vol. I—II, London, 1921.

SOÓS L., Rendszeres Állattan, I—II, Pécs—Budapest, 1924.

STECHE, O., Grundriss der Zoologie, Eine Einführung in die Lehre vom Bau und von den Lebenserscheinungen der Tiere, für Studierende der Naturwissenschaften und der Medizin, zweite Aufl., Leipzig, 1922.

¹ A régibb irodalomból csupán ezt az egy művet idéztem, mert ez vetette meg az evolúció tanának modern alapját. E munka eredeti alakjában újabb kiadásokat (pl. 1907) is megért.

STRASBURGER, E., és több más szerző, Lehrbuch der Botanik, sechzehnte, umgearb. Aufl., Jena, 1923.

VERWORN, M., Allgemeine Physiologie, ein Grundriss der Lehre vom Leben, siebente, neubearb. Aufl., herausg. von F. W. FRÖHLICH, Jena, 1922.

VORONOFF, S., Étude sur la Vieillesse et le Rajeunissement par la Greffe, Paris, 1926.

WASMANN, E.,¹ Der Kampf um das Entwicklungsproblem in Berlin, Freiburg im Breisgau, 1907.

WEISMANN, A., Vorträge über Deszendenztheorie, Dritte umgearb. Aufl., I—II, Jena, 1913.

WILSON, E. B., The Cell in Development and Heredity, New York, 1925.

Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte, in: Kultur der Gegenwart, dritter Teil, vierte Abt., zweiter Bd., I.: Botan. Teil, Leipzig, Berlin, 1913, II.: Zool. Teil, Leipzig, Berlin, 1913. (Több szerzőtől.)

¹ Jezsuita páter.

Néhány közérdekű, biológiai cikket tartalmazó természet- tudományi folyóirat.

Die Koralle, ULLSTEIN-Verlag, Berlin. (Gyönyörűen
illusztrált, modern, népszerű folyóirat.)

Kosmos, FRANCKHsche Verlagsbuchhandlung,
Stuttgart.

Aus Natur und Museum, SENCKENBERGische Na-
turforsch. Gesellsch., Frankfurt a. M. (Sok fénykép.)

Natural History, Journal of the American Museum of
Nat. Hist., New York. (Gyönyörű illusztrációk, minden
aktualitásról számot ad.)

La Nature, 120, Boulevard St. Germain, Paris.

Die Naturwissenschaften, JÚLIUS SPRINGER Ver-
lag, Berlin.

Természettudományi Közölny, Kir. Magy. Termé-
szettud. Társ., Budapest, Eszterházy-utca 16.

Személynévmutató.

(5-229. oldal)

ABEL, OTHENIO	51, 162, 211, 214, 219, 221	BOLKAY ISTVÁN	221, 228
ARLDT, TH.	53	BONNET, CH.	33
ABONYI SÁNDOR	54	BOSE, Sir J. CH.	121
ÁGOSTON, Szt.	26	BOUIN, P.	53
ALDROVANDI, ULISSE	29	BOURIGNON, ANTOINETTE	32
ALKMAION, krotóni	22	BOVERI, TH.	129
ANAXIMANDROS	21	BUFFON, G. L. L., gróf	37, 39, 48
ANCEL	139	BURCKHARDT, R.	17, 45
APÁTHY ISTVÁN	53	BUTTLER-BURKE	92, 93
ARISTOTELES	21, 24, 25, 27, 28, 29, 33, 57	CAMÕES	71
ARRHENIUS, S.	98, 99, 101, 103, 104	CHARCOT, J. M.	50
Assisi Szt. FERENC	27	COHN, F.	43, 44
ASURNASIRABAL	18	CORTI	43
AUJESZKY ALADÁR	52	CUVIER, G. L. CHR. F. D., báró	37, 39, 40
AVERRHOËS	27	DACQUË, E.	52
AVICENNA	27	DANTE	5
BACH	53	DARWIN, ERASMUS	41
BAER, E. C. VON	41	DARWIN, CH. R.	23, 41, 44, 47, 48, 49, 200, 213
BASTIAN	92	DEGEN ÁRPÁD	55
VAN BENEDEN	129	DEMOKRITOS	23
BICHAT, M. F. X.	40, 80	DEPÉRET, CH.	52
BILLROTH, TH.	50	DIOGENES, apollóniai	22
BROWN, ROB.	43	DOFLEIN	171
BROWN-SÉQUARD	53	DOLLO, L.	51
BRÜHL, C. B.	53	DREBBEL	30
BOERHAVE	32		

DU BOIS-REYMOND, E.	53, 92, 93, 106	HALLER, ALBRECHT VON	33
DUJARDIN, FÉLIX	42, 43	HAMEN	32
DÜRKEN, B.	53, 208	HAMMURABI	18
ECKER, A.	52	HARVEY, WILLIAM	29, 30, 88
EDRISI	27	HEIDENHAIN, M.	53
EIMER, TH.	49, 175, 207, 216, 222, 223	HERODOTOS	23
EMPEKOKLES	22	HEROPHILOS	25
ENGLER, A.	52	HERRERA	92
ENTZ GÉZA, id.	54, 80	HERTWIG, G.	52
ERASISTRATOS	25	HERTWIG, O.	52
FEJÉRVÁRY GÉZA GYULA		HERTWIG, R. v.	52, 83
báró	197	HESSE, R.	53
FERENC, Assisi Szt.	27	HIPPOKRATES	23, 28, 34
FISCHER, E.	115	HOMEROS	168
FITZROY	45	HOOKE, R.	30, 31, 32, 120
FLAMMARION, C.	100	HUGO, VICTOR	51, 168
FONTANA	30	HUTYRA FERENC	52
FRIGYES, HOHENSTAUFENI		HUXLEY, TH. H.	49
II.	27	INCZE GYÖRGY	54
FRÖLICH, F. W.	106, 181	JENDRÁSSIK ERNŐ	54
FÜRBRINGER, M.	53	JENSEN	30
GALENOS	25, 28	JÓKAI	188
GALILEI, G.	30	JURÁNYI LAJOS	55
GAUPP, E.	53	KALLIMACHOS, kyrénéi	24
GEGENBAUR, K.	52, 53	KAMMERER, P.	53, 91, 93, 101, 103
GEOFFROY SAINT HILAIRE,		KANT	80
E.	37, 38, 39, 40, 48	KASWINI	27
GESNER, CONRAD VON	29	KITAIBEL PÁL	54
GOETHE	39	KOBELT, W.	53
GOLDSCHMIDT, R.	152	KOCH, ROB.	50, 88
GREW, NEHEMIAH	30, 31	KOPSCH, F. R.	53
GURWITSCH	124, 125	KORMOS TIVADAR	55, 206
GUTENBERG	28	KOWALEVSKY, WOLD.	51
HAECKEL, E.	49, 85, 202	KTESIAS	23
		KUCKUCK	92, 93, 96

LAJOS, XVI., francia kir.	20	NÄGELI	127
LAMARCK, CORNÉLIE DE	38	NIETZSCHE	195
LAMARCK, J. B. A. DE		NITARDY, E.	17
MONET Chevalier DE	23,	NOTHNAGEL, A.	50
35, 37, 38, 39, 41, 48,	80,	NOPCSÁ FERENC báró	52, 58
82, 182, 200			
LAMARTINE	90	OSBORN, H. F.	52, 212
LAMBRECHT KÁLMÁN	55	OVIDIUS NASO, P.	26
LEDUC, ST.	92, 105, 106	OWEN, Sir R.	52
LEEUWENHOEK, ANTON			
VAN	30, 32, 50, 87	PALLAS	35
LEHMANN, O.	92, 93	PARKER, T. J.	52
LENHOSSÉK M.	53	PASTEUR, L.	50, 88
LIEBIG	118	PAULI, W.	93
LINDEMANN, W.	185	PFEFFER, W.	52, 121
LINNÉ, C. VON	24, 34, 35,	PHILOLAOS	22
	36, 67	PLATÓN	24
LIPSCHÜTZ	191	PLINIUS SECUNDUS, CAIUS	
LISTER, Sir J.	50		25, 28, 109
LOCY, W. A.	17	POLO, MARCO	28
LOWELL	103	POMPADOUR, Mme DE	20
LÖRENTHEY IMRE	54, 69	PONGRÁCZ SÁNDOR	49, 94
LUCRETIUS CARUS	25	PRENANT, A.	53
		PRZIBRAM, H.	53, 99
MACFADYEN	101	PURKINJE, J. E.	43
MAILLARD, L.	53		
MALPIGHI, MARCELLO	30,	RAMÓN y CAJAL, S.	53
	31, 33	RAMSAY	92
MAUPAS	159	RAUBER, A.	53
MAURER, F.	53	RAY, JOHN	35
MÉHELY LAJOS	54	RICHERAND	80
MENDEL, G.	50	ROESEL VON ROSENHOF	
MÉTALNIKOV, S.	175, 178		42, 43
MEYEN	43	ROLLAND, ROMAIN	169
MEYER, A.	126	ROUX, W.	51, 75, 76, 78, 79,
MOHL, H. VON	43	80, 81, 82, 95, 96, 97, 127,	
MONET, DE: I. LAMARCK		131, 155, 201, 210, 214	
MÜLLER, JOH.	41, 88		

SARDANAPAL	18	TREVIRANUS	88
SCHILLER 61, 165, 194,	195		
ŒSCHLEIDEN, J. M.	42	VERNE, J.	100
SCHLEIP, W. 170, 173, 177,	189	VERSLUYS, J.	53
178, 179, 187, 188,	189	VERWORN, M. 53, 94, 96, 106,	
SCHNEIDER, K. C.	53	181, 182, 192, 194, 201	
SCHULTZE, MAX	44	VÉSALE, ANDRÉ 28, 29, 30	
SCHULZ, K. H.	180	VIRCHOW, R. 53, 180, 184	
SCHWALBE, E.	98	VORLÄNDER 92, 93	
ŒCHWANN, TH.	42	VORONOFF, S. 53, 194	
SEMMELWEIS I.	50	VRIES, H. DE 51	
SEMPER	80		
SERRES, ÉTIENNE R. A.	22,	WALCOTT, CH. D. 52	
	217	WALLACE, Sir A. R. 49	
SIMROTH, H.	53	WEGENER, A. 53	
SOKRATES	11	WEISMANN, A. 49, 50, 99, 127,	
SOLEIMAN, ABU	27	138, 147, 148, 149, 170, 171,	
SOÓS LAJOS 55, 133, 138		176, 179, 189	
SPALLANZANI	88	WIEDERSHEIM, R. 53	
SPENCER, H.	80	WILSON, E. B. 53	
STAËL, Mme DE	4	WOLFF, C. F. 33	
STECHE, O.	114	WOODRUFF 172	
STEINACH 53, 194		WOTTON, EDWARD 29	
STRASBURGER, E.	52	WU-WANG 20	
SWAMMERDAM, JAN 30, 31			
		ZIMMERMANN ÁGOSTON 54	
TCHEN-dinasztia 20		ZITTEL, K. A. VON 52, 54	
THEOPHRASTOS 24			

Tárgymutató.

(3—229. old.)

Ábrázolás	15	Állattenyésztés (asszíriaiak- nál)	18
<i>Actinia equina</i> L.	188	Állatvilág (fauna)	90
„Ádám bordája“	29	Alloplasztikus organellák	130
<i>Adansonia</i>	187	American Museum of Na- tural History	52
Adaptív képződmények	201, 202	Amiensi kolostor	38
Aequatiós osztlás	133	Amino-savak	116
Agaméták	161	Amitotikus osztódás	131
<i>Agave</i>	187	<i>Amoeba proteus</i> L.	43
Aggkor (senilitas)	68	Amoebák	157
Agy (emberi) evolúciója	13	<i>Amphibia</i>	188
„Ahnenreihe“	219	Amyloid metamorphosis	185
Akarati centrumok (agyban)	226	„Analog hasonlóságok“ (DARWIN)	213
Akme	202	Analogia	209
Alaki önszabályozás	155, 210, 214	Anaphasis	132
Alaktan (morphologia)	66	Anatomia	53, 54, 66
Alaktan (sejté)	120	Anatomia hallgatása	27
Albánia	58	Analysis	57
Aldehydek	114	Anisogamia	162
Alexandriai anatómiai iskola	25	„Anlage“	209
Alfaj (subspecias)	35, 203	Anyag	74
Alkoholok	114, 115	Anyagfelvétel	79
Állandó hőmérsékletű állatok	192	Aranyhal	20
Állatkert (Assurban)	18	Archigonia	88
Állatkert (WU-WANG alapf- totta)	20	Archoplasma	129
Állatkertek a rómaiaknál	26	Arénák a rómaiaknál	26
Állatnevek a rómaiaknál	26	<i>Argas persicus</i> OKEN	179
Állatorvosok (asszíriaiaknál)	18	<i>Artemia</i>	138
Állatrendszertan	54, 55	Arteriosclerosis	186
Állattan (zoologia)	65		

<i>Ascaris megalocephala</i> CLOQ	137, 146	<i>Bacillus amylobacter</i>	126
<i>Ascaris megalocephala</i> bivalens	137	<i>Bacillus astero-sporus</i>	126
<i>Ascaris megalocephala</i> univalens	137, 138	<i>Bacillus tumescens</i>	126
Assimilatio (kémiai és mor-phologiai)	79	Bakteriologia	50, 52
Assur	18	Baktériumok	101, 111, 123
Asszírriaiak biológiai ismeretei	18	Baktériumok spórái	123
Atkák	179	Bálnák (l. cetek is)	189
Atrophia	181, 182	Barázdálódási mag (ovo-spermium)	148
Átültetés	194	Barlangi rajzok	15
Autoassimilatio	81	Baryum-egyének („sejtek”)	93
Autochthon (élet a Földön)	105	„Beagle”	45
Autocrescentia	81	Bebalzsamozás (egyipto-miaknál)	18
Autodissimilatio	81	Békák	19, 188
Autodivisio	81	Béka metamorphosisa	19
Autoduplicatio partium	81	Belgyógyászat (medicina interna)	50, 66
Autoergia	81	Belső elválasztás (here, petefészek)	194
Autex- és secretio	81	„Belső okok”	201
Autokineon	96	Berlini egyetem	41
Autokinesis	81	Berni egyetem	43
Automerizon	96	Bibliai állatok felsorolása	26
Autonom organelák	130	Bimbózás	134, 156
Autophaenesis	81	Binaer nomenklatúra	34
Autoproliferatio	81	Biogen	96
Autoreceptio	81	Biogenetikai alaptörvény	22, 217
Autosuggestio	226	Biogenetikai rekapituláció	218
Autotomia	124	Biologia	3, 52, 63, 64
Auxocyták	140	Biologia fejlődése	56
Ázalékállatok	33	Biologia tárgyköre	58, 59
Azonosság	209	Biológiai törvényszerűség	58, 59
Babyloniak biológiai ismeretei	17	Biológiai affinitás	136
<i>Bacillus anthracis</i>	101		

Biologicali tárgyak ábrázolásának technikája	28	Chromidiumok	129
Biologicali tárgyak konserválása	28	Chromiolák	127, 135, 136, 149
Biologicali szemlélődés (legrégibb figurális termékei)	16	Chromomerák	127
Bionomia	54, 68, 199	Chromosomák	127, 141
BOLKAY-féle törvény	228	Chromosomák egyénisége	132, 136, 149
Bonctan: l. anatomia		Chromosomák kombinációja	150
Bonni egyetem	41	Chromosomák normálszáma	137, 148
Botanika	52, 55	Chromosomák plurivalentiája	136
„Boxes“	31	Chromosomák univalentiája	137
Bölcény (ábrázolása)	16	Ciliata	157
Bölcselet (l. „filozofiai“ a. is)	14	Coelenterata	188
Bölcseleők	14, 15	Coenocrania	209
Bőr szövettana	31	Conjugatio	136, 156, 157, 159, 160, 172
Brassempouy (-I faragványok)	16	Contractilitas	83
Budapesti egyetem	53	Copulatio	156, 161
Caenogenesis	217	Csigák	139, 179, 220
Calliphora erythrocephala MEIG.	117	Csillós ázalekállatok	157
Cambridgei Christ's Coll.	44	Csiratolt	142
Cambrium időszak	205	Csirahám	139
Carassius auratus L.	20	Csirahólyag	142
„Cells“	31	Csiraplasma	83
Cellulose	120	Csiraplasma-celmélet	49
Célszerűségi elv	190	Csirasejtek	134
Centrosoma	129	Csira-zóna	139
Centrosphaera	129	Csontpáncél	214
Cetek	123	Csonttag (osteológia)	66
Chitinváz	214	Csontváz-kikészítés (egyiptomiaknál)	18
Chloridok	117	Csőkevény	203
Chromatin	127	Csőkkentő oszlás	188, 147
Chromatophorák	130	Csuka	188
		Cukor	114
		Cuticula	122
		Cytophan-ok	119
		Cytoplasma	126, 128, 156

Cytologia: I. sejtten		Ektoplasma	128
„Dauer-Type“	206	Elefánt	123, 189
Darwinizmus	45, 49	Élet alap-funkciói	78
Degressiv fejlődés	202	Élet a vitágürben	102
Dentevérszárny	210	Élet eredete	87
Determinánsok	149, 151	Élet fizikai meghatározása	77
Determinizmus	226	Élet functionális meghatározása	77
DE VRIES-féle mutáció	207	Élet kémiai meghatározása	75
Differenciálódás (generatív és somatikus sejtek)	174	Élet kérdése	13
Dinosaurusok	90	Élet meghatározása	73
Dissimilatio	78	Élet meghosszabbítása	194
Dissociatio	225	Életmód	63
DOLLO-féle törvény	215	Életszükségletek (primitív ember művészetében való szerepük)	15
Domesticatio (tenyésztés)	46	Élettan (physiologia)	68
D r a c o	210	Élettan (physiologia) meg-alapítója	41
Dualismus	107	Élettartam állatoknál	188
Dyád	154	Élettartam növényeknél	187
EBERS-féle papyrus	19	Élettelen	75
Ecetsav	116	Élettörvények	68
E c h i n o d e r m a t a	185	Élettudomány	3
Edinburghi egyetem	44	Elkülönülés	225
Egér	189	Elmeszesedés	186
Egyének különbözősége	8	Elnyomott oszlás	145
Egyén fogalma	160	Élő	75
Egyéni maradandóság	193, 194	Élőanyag (protoplasma)	47
Egyéni variációk (sejtfiziológiai oka)	134, 135	Élősdiek (egyiptomiak ismeretében)	14
Egyenivarú szaporodás	162	Ember	64, 189
Egyházi támadások VÉSALE ellen	29	Emberbonctan (anthropotomia)	66
Egyidőben élő fajok	224	Emberfalok	67
Egyiptomiak biológiai ismeretei	18	Emberélettan (anthropophysiológia)	66
Egysejtűek	54	Emberi anatomia	28, 31
Éhség	81, 181	Emberi nem	206
„Eikern“	143		
EIMER-féle tényezők	206		

Embarrasszok	67	Evolúció tényezői	207
Embertain (anthropologia)	65, 66	„Exakt” tudományok	58
Embryologia	41, 54	Exogén tényezők	104
Embryologiai kezdemény	209	Faj (species)	35
Embryonális kor	68	Faj, mint rendszertani egység	204, 205
Emlősök	123, 144, 189, 210	Fajfenntartás (kapcsolata a művészettel)	16
Emlőstan (mammalogia)	65	Fajformálódás (időben és térben)	224
Enchylema	128	Fajok állandósága	36, 39
Endogén tényezők	104	Fajta (varietas)	35, 203
Energetikai alap	74	Farkos kétéltűek	188
Entoplasma	128	Fehérjék	114, 115, 117
Eob	93	Fejlődés	80
Epakme	202	Fejlődés fogalma	201
Epidosis	221	Fejlődési irányok törvé- nye	223
Epigenesis tana	33	Fejlődési végpontok	224
Epistasis (epakmikus és akmikus)	222	Fejlődés-mechanika	51
Epistrophogenesis	216, 219, 221	Fejlődéstan (ontogenesis, l. „embryologia” a. is)	68, 199
Érelmeszesedés	186	Fejlődéstörténet	199
Érésí oszlások	141, 145, 146, 147	Fekete-tenger halászatá- ról (OVIDIUS)	26
Érésí zóna	140	„Feltámadási csont”	29
Erotikus ábrázolások	16	Férfi szellemi fejlettsége	17
Erő	74	Férgek	144
Ethologia	58, 63	Fibrillum	128
Étkezési törvények (zsi- dóknál)	79	Filozofiai spekulációk	13
Eumitotikus oszlás	153	Filozofiai szemlélődés	14
Euplasmaticus organellák	130	Fiziologia (l. „physiologia” a. is)	53, 155
Euthygenesis	219	F l a g e l l a t a	220
Euthygenetikus összefüggés	204	Fogamzás (conceptus)	68
Evolúció	19, 41, 44, 54	Fokozati sor (törzsfejlő- dési)	162, 219
Evolúció gondolata a gő- rögöknél	22	Folytonosság (continuitas)	113
Evolúció irreverzibilitásá- nak (megfordíthatatlan- ságának) törvénye	215, 216		
Evolúció tanának megala- ptója	37		

Fonalférgek	179	G o n i u m	220
Foraminiferák	157	Görög zoológia	21
Fosszília	70	Gyermekágyi láz	50
Földi giliszta	188	Gyógyszertan (pharma-	
Földrajzi elterjedés	53, 55	cologia)	66
Földtan	54	Gyűjtő-típusok	207, 208
Földtani Intézet, M. Kir.	52	Gyűrűsférgek	188
Francia Akadémia	38, 39		
Függés	208	Haladás (tudományé)	58
		Halak	209
Gabonaféreg	179	Halál	163
Galacsinhajtó bogár		Halál definíciója	170
(egyiptomi)	19	Halál eredete	174, 175
Galandféreg	179	Halál, „fiziológiai“	173
G a l e o p i t h e c u s	210, 214	Halál fiziológiája	191
Gaméták	161, 173, 174	Halál gondolata	168
Gamontok	161, 162, 173, 174	Halál mint alkalmazkodás	176
Ganglionok	122, 124	Halál sejtфизиológiai oka	178
Gangréna	182	Halál, „természetes“	173
Gel-állapot	119	Halálmerevség	182
Genealogiai törzsfa (trans-		Halhatatlanság	157
formistikus)	19	Halhatatlanság, biológiai	171, 173
Generatio aequivoca	88	Halhatatlanság, potenciális	177, 187
Generatio spontanea	88	Hangyák	58
Generatív sejtek (ivar-		Harmadidőszak (tertiaer)	89
sejtek)	134	Hársfa	187
Genetikai kapcsolatok	211	Használat (szerveké)	37, 47
Genus	34	Házi emlősök bonctana és	
GEOFFROY ST. HILAIRE-		fejlődéstana	54
féle tényezők	206	Házinyúl	144
Gerincesek	188	Hellén irányzat a biolo-	
Germinális eredetű tulaj-		giában	21
donságok	83	Heliozoák	157
„Germinalselektion“	49	Helix pomatia L.	139
Glycerin	115	Hereditás	81
Glykogén	114	Heterepistasis	222
Glykokoll	116	Heterhodogenesis	223
Gondolkodás tudománya			
(logika)	14		

Heterodyád	154	Idiokromatin	128
Heterogén szervek	213	Idioplasma	127
Hieroglyphák	19	Idioplason	97
Hím csirasejtek felfedezése	32	Időálló típus	206
Histon	125	Időbeli elterjedés térbeli vetülete	228
Histologia: I. szövettan		Időbeli változások	82
Histologia megalapítója	40	Időtartam, mint szervezeti változások oka	90
H o l o t h u r i a	185	Ifjúság vezetése	7
Homodyád	154	Iker-embryók	144
Homodynamikus működés	212, 213	Ikerképződés	144
		Ikeroslás	133, 139, 147
Homoeogenesis	222	„Indifferens“ hámsejtek	139.
Homoeoplasia	222		140
Homoeotherm állatok	192	I n f u s o r i a	33, 87
Homologia	209	Ingerhalál	121
Homolog szervek	212	Ingerlékenység (élőanyag-nál és fémeknél)	121
H o m o s a p i e n s L.	36	Ingervezetés (növények)	121
Homunculus	32	Iniciálás (viasszal, vér- és nyirokedényekbe)	31
Hőgyűjtés (növényeké)	103	Inkongruencia törvénye (fejlődéstörténeti szököké)	215
Hulla	170, 175	„Innerlicheit“	90
Hullafeldarabolás (egyiptomiaknál)	18	Ion-koncentrációk	119
Humanisták	58	Irodalom (szépirodalom)	67
Húslégy	19	Irritabilitás	83
Hülyék	186	Isogaméták	162
Hüllők	188	Isogamia	162
Hyalindegeneráció	187	Isoplason	96
H y d r a	220	Ivari kiválogatódás	41
		Ivaros szaporodás	134, 156, 160, 161
Ichthyosaurusok	90	Ivarsejtek (csirasejtek)	139
Id	127, 135	Ivartalan szaporodás	133, 156
Idans	127, 138, 147, 148	Izomtan (myologia)	66
Ideg	122		
Idegdúcok	122, 124	Jardin des Plantes	38, 188
Idegélet (növényeknél)	121		
Ideggyógyászat	50		
Idegsejtek	124		
Idegtan (néurologia)	54, 66		

Júra-időszak	90	Klíma	52, 90
Kaenozoikum	206	Kollektív típusok	207, 208
Kagylók	188, 205	Kolloidális állapot	118, 119
KANT—LAPLACE-elmélet	99	Kolóniák	112, 125, 220
Karyogamia	156, 157, 159	Kombináció	208, 209, 221
Karyoplasma	126, 127	Kondicionizmus (VER- WORN-féle)	94
Karyosoma	128	Konjugálás: I. conjugatio	
Kataklyzma-elmélet	39	Konstitucionális okok	82
Kecskebéka	225	Konvergencia	213, 214
„Keimplasmatheorie“ I. csiraplasma-elmélet		Kopulálás: I. copulatio	
Keleti népek biológiai ismeretei	17	Korreláció	208
Keményítő	114	Korreláció, fiziológiai	191
Kénes vegyületek	117	Kór-oktan (aetiologia)	66
Kerekcs férgesek	179	Kórszövettan megalapítója	41
Keresztény és kabbalisztikus szimbólika	27	Kórtan (pathologia)	66
„Keselyű“	189	Kőkorszaki ember (rajzai)	16
Kereszteződő specializációk (interformális és intraformális)	221, 222	Környezet („monde ambient“) hatása	38, 39, 82
Kétlétűek	188	Kövületek (I. „fossilizáció“ a. is)	69
Ketonok	114	Közegészségügy (biológiai oktatás fontossága)	7, 8
Kettős nomenklatúra	34	Középkor (biológia művelése)	26
Kezdemény, embriológiai	209	Közösülés: I. copulatio	
Kezdemény, törzsejlődési	202, 209	Kristályok („élő“)	93
Khánaiak biológiai ismeretei	20	Krokodilusok	188
Kimerülés (Protozoa)	157	Kultúrharca	20
King-yo (aranyhal)	20	Kutya	144, 189
Kísérleti állattan	51, 53	„Külső“ okok	201
Kiválasztás	79	„Küzdelem törvénye“	41
Kiválogatódás, DARWIN-féle ivari	46	LAMARCK-féle tényezők	182, 206, 208
Kiválogatódás, DARWIN-féle természetes	46, 49, 190, 191, 206	Lamarckizmus	37
		Látens tulajdonságok	217
		Lélek	167
		Lélektan	14

Lépfene-bacillus	101	Membrana interdigitalis	214
Lepkeszárny	210	Mendelizmus	135, 207
Leszármazási sor	219, 220	Mérgezés	121
Lethargia	178	Mesozoák	111, 112
Lét (emberi, kérdése)	13	„Mesterséges növények“	92
Létért való küzdelem („Struggle for Life“)	46	Metafizika	169
Ligatio (STEINACH-féle)	194	Metaphasis	132
L i n g u l a	205	Metastruktura	131
Linin	128	Metazoa	80, 111, 112, 138, 220
Ló (ábrázolása az ősembernél)	16	M i c r o c o c c u s	126
Logika	14	Mikrogametocyták	162
Macska	189	Mikronucleus	158
Madarak	188	Mikroszkóp feltalálása	30
Madárszárny	210	Mikroszkopok (LEEUVEN- HOEK gyártotta)	32
Magfestés	127, 129	Mimikry	54
Maghártya	127, 141	Minimum törvény	118
Magnedv	128	Mitosis (normális)	154
Magvacska	128	Mitotikus osztódás	129, 132, 158
Magyar bűvárok (élet-tudományi)	54	Mitotikus sugarak	124
Magyar Nemzeti Múzeum	189	Módszer (biológiai)	58
Majmok	58	Mókus	189
Makrogameták	162	M o l l u s c a	143, 144
Makrogametocyták	162	M o n a s	220
Makronucleus	158	„Monde ambient“	38, 39
Malta (-i Venus)	16	Monentophysikus képződmé- nyek	202
Mammuth (ábrázolása)	16	Monismus	106
Mars	103, 104	Monophyletikus csoportok	211
Materialista felfogás	74	Monstruositas	144
Mechanista elv a görögöknél	23	Morphologia (összehason- lító)	155
Mechanisták	94, 227	Mozgás (aktív)	79
Medve	189	Munkamegosztás	113
M e g a l o b a t r a c h u s m a x i m u s SCHLEG.	188	Mutáció (DE VRIES-féle)	207
Megfiatalítás	194	Mutációs elmélet	51
Méhek	58	Müncheni egyetem	52
Melegvérűek	188	Műtétan (chirurgia)	66

Művészetek	67	Növényi szövettan	31
Művészi hallam (primitív embernél)	15	Növénytan (botanika)	65
Művészi szemlélődés (legrégibb figurális termékei)	16	Növényvilág (flora)	90
Mycetozoák	157	Núbia (bebalzsamozás eredete)	18
Mythosok	14	Nucleolus	128
Nápolyi egyetem	27	Nucleoplasma	126
„Naturvölker“: I. primitív népek		Nucleus	126, 157
Nedvkeringés (növények)	121	Nyálkametamorphosis	184
Nekrobiosis	180	Nyelvészet	57, 67
Nekrosis (coagulációs)	182	Nyirok- és véredények vizsgálással való injiciálási módszere	31
Nekrosis (histolytikus)	181	Nyugalmi zóna	140
Nekrosis (metamorphotikus)	181	Nyúl	189
Nematocysták	130	Oekologia	58, 63
N e m a t o d a	146	Ojtásos eljárás	194
Nem (genus, rendszertani)	34	Okfejtés	67, 68
Nemek szellemi színvonala	17	Oknyomozó kutatás a görögökönél	23
Nem-használat (szerveké)	47	Oktatás (biológiai)	7
Neogén	206	Öndősejt (l. „spermium“ a. is)	142
Neogenesis	219	Öndősejtek felfedezése	32
Néprajz	58, 67	Ontogenia	180, 199
Neuritek	122, 124	Organellum	122, 125
Nevelés	226	Organikus világ egységessége	64
New-yorki múzeum	52	Organum	125
„New Thought“	226	Óriás hüllők	123
Nitrogén-tartalom (állatoké és növényeké)	117	Óriás szalamandra	188
Nomenklatúra (rendszertani)	204	„The Origin of Species etc.“	45
Nomenklatúra-szabályok	35	Orimentum	202, 209
Női nem evolúciója és alkalmazkodó képessége	17	Oroszlán	189
Női test ábrázolása	16	Orthogenesis	50, 82, 190, 206, 222
Növekedés (sejté)	123	Orvosi szakok	66
Növekedési zóna	140	Orvosi tudományok	50

Osmosis	120	Papucsállatka l. „Paramaecium“ a. is)	157
Osmotikus produkciók (édes- vizi és tengervizi)	92	Parakme	202
Ostoros véglények	220	Parallelizmus	212, 213, 214
Oszlás (sejté)	123, 156	Paramaecium	157, 158
Oszlás mechanizmusa	133	Paramaecium au- relia O. F. MÜLL.	159
Oszlókészülék	129		172
Ó-testamentum	19	Paramaecium cau- datum EHRB.	159
Ovocyta	140, 141, 142	Párisi egyetem	40
Ovogonium	139, 140	Parthenogenesis	144
Ovospermium	138	Patagium	210
Ovum	142, 147	Pellicula	122
Öncsonkítás	124	Peptidek	116
Önfenntartás (kapcsolata a művészettel)	16	Pergamoni anatómiai is- kola	25
Önszabályzás	81	Persistentia	82
Örökéletűség: l. halhatat- lanság		Petaurus	210
Öröklés	79	Petehéj	122, 144
Örökléstan	50, 131	Petesejt	122, 142
Örökölt tulajdonságok	8	Phenacodus	220
Ösélet-tudomány	51	„Philosophie Zoologique“	37, 41
Óshalak	214	Phylogenesis (l. „törzsfel- lődés“ a. is)	19, 219
Óslénytan	39, 52, 54, 55, 69, 208	Phyllozoa	138
Ósnemződés	88, 90	Physiologia (l. „fiziologia“ a. is)	41
Ósnemződés gondolata a görögöknél	22	„Physiologus“	26
Ósszehasonlító anatómia (bonctan) megalapítója	39	Pigmentatrophia	187
Ózönvíz története	19	Piócák	143, 188
Palaeobiologia	51	Piaodermi	214
Palaeontologia: l. őslénytan		„Planetennimpfung“	101
Palaeozoikum	205	Plasmafestés	129
Palingenesis	217	Plasmatikus organellák	130
Pandorina	174	Plasmogamia	156, 157, 172
Pangeneses elmélete	34	Plastin	128
Panspermia	100	Pliocén	206
Papagály	189	Poikilotherm állatok	192

Poláris test	142, 143, 144	Rajzok (primitív embereké)	15
Polyphyletikus csoportok	211	Rákok	214
Ponty	188	<i>Rana esculenta</i> L.	
Postembryonális kor	68	subsp. <i>ridibunda</i>	
Postreductio	154	PALL.	35
Praecambri rétegek	52	<i>Rana esculenta</i> L.	
Praeformatio tana	33	s. str.	225
Praehistorikus kor	15	<i>Rana esculenta</i> L.	
Praereductio	154	var. <i>meridionalis</i>	
Praespermatida	141	[DE L'ISLE] LAT.	225
Praevitális evolúció	91	Recens alakok	70
Primates	36	Redukció (chromatin-)	127, 145,
Primitív népek	15, 58		149, 163
Prioritás elve (nomenkla- túrában)	36, 204	Redukciós osztlás	135, 136, 138
Problológiai kutatás	97, 105	Regeneráció	124, 175, 176, 177
Pronucleus	148	Régészet	57, 58, 67
Prophasis	132	Regressív fejlődés	202
Protohippus	220	Reláció	208, 209, 221
Protophyta (egysejtű növények)	111, 121, 122, 187	Reláció (fiziológiai)	191
Protoplasma	42, 43, 54	Rendszer (zoológiai és bo- tanikai) megalapítása	34
Protoplasma metastruktú- rája	76	Rendszer (természetes)	211
Protoplasma összetétele	76, 114	Rendszertan (systematika)	35, 65
Protoplasma specifikus struktúrája	76	Rennes-i egyetem	42
Protozoák (véglények)	33, 54, 111, 112, 122, 125, 129, 138	Rénszarvas ábrázolása	15, 16
Pseudomitotikus osztlás	153	Reproduktív kor (élettudo- mány művelése szem- pontjából)	28
Psycholamarckizmus	226	Reptilia	188
Pteromys	210	„Repülő” béka	214
Pterosauruskok	90	Reversibilitás (biológiai)	119
Puhányok (l. „Mollusca” a. is)	144	Rhacophorus	214
Radii (protoplasmában)	129	Rigor mortis	182
Radiob	93	Rokonsági (genetikai) kap- csolatok	65, 210, 214
Radioláriják	157	Rómaiak biológiai ismer- etei	25
		Rostok	128

Rothadás (élő)	182	Specializálódás és halál	192,
Rovar	64		193
Rovaranatomia	31	Specifikus tömegnövekedés	79
Royal Society (London)	32, 33	Σpermatida	141
Rudimentum	202	Spermatocyta	140, 141
Saccharidok	114	Spermatogonium	139, 140
Sarcina	126	Spermatologia	55
Sarcode	42, 43	Spermatozoa felfedezése	32
Sas	189	Spermatozoum (l. „spermium“ a. is)	142
Savak (organikus)	115	Spermium (l. „ondósejt“ a. is)	142, 147
Scarabaeus sacer		Spirema-stádium	141
L.	19	Stabiae	25
„Schleierschwanz“	20	Statiŕus módszer	77
Schönbrunni udvari állatkert	189	Stationális mag	158
Sebészeti (chirurgia)	50	„Stigmák“ (vallási rajongókon)	226
Sejt	111	„Struggle for life“	46
Sejt felfedezése	31	„Stufenreihe“	219
Sejtek, mesterségesek osztálása	94	Subspecies	203
Sejtfal	120	Sugárnyomás	100, 101
Sejtmag	126, 146	Sulphátok	117
Sejtoszlás (l. „mitosis“ és „mitotikus“ a. is)	132	Synapsis-állapot	141
Sejttan (cytologia)	53, 66	Synaptocyta	141
Sejttan (cytologia) meg-alapítói	42	Szinkronikus fajok	224
Selectio: l. kiválogatódás		Syncytium	122
„Selection“ („Natural“)	46	Synkarion	158
„Selection“ („Sexual“)	46	Synthesis (methodikus)	57, 95
Sequoia gigantea		„Systema Naturae“ (LINNÉ)	34
LIND	187	Systematika	40, 54
Szék	117	Szahara	104
Sol-állapot	119	Szaporaság (és élettartam)	189
Somatikus sejtek	134	Szaporodás	79, 83, 131, 155
Somatikus tulajdonságok	83	Szaporodás (kialakulása egysejtűeknél)	162
Species: l. faj		Származástan (l. „evolúció“ a. is)	54
Specializálódás	177, 207	Származástani csomópontok	208

Származástani összefüggések	65	<i>Taenia solium</i> L.	179
Szarvasmarha	189	Talmud iratai	19
Szemcse-áramlás (protoplasmában)	42	Tanulmányozási szempontok	63
Szemcsés szétesés (sejteké)	182	Táplálkozás	83
Szénhidrátok	114, 116	Teleologia	190
Szerelem	5, 174	Teleszkóphal	20
Szervecskék	125	Telophasis	132
Szervek	125	Tenyésztés (domesticatio)	46
Szervek együttes előfordulása	208	Térbeli elterjedés: I. földrajzi elterjedés	
Szervezettségi principiumok	63	Természctes kiválogatódás tana a görögöknél	23
Szerzett tulajdonságok	8, 83	Természettudományok történelmi fejlődése	15
Szerzett tulajdonságok öröklődésének tana a görögöknél	23	Térzsini viszonyok	90
Szerzett tulajdonságok öröklése	155, 210, 214, 215	Tetrád	153, 154
Szerzőnév (rendszer-tani elnevezések után)	35	Torzképződmények	144
Szimbolika (keresztény és kabbalisztikus)	27	Tömlősállatok	188
Szinek előállítása (primitív embereknél)	15	Történelem	57, 67
Színezés (primitív ember rajzain)	15	Törzsalak (rendszer-tani)	205
Szív anatómiája és működése	29, 30	Törzsalak (származástani)	205
Szociológia	59	Törzsejlődés (phylogenesis)	19, 68, 155, 219
Szokástan (emberé)	58	Törzsejlődési kezdemény	202, 209
Szövetek	125	Transformismus	39, 44, 201
Szövettan (histologia)	53, 66	Transformismus tanának megalapítója	37
Szövettan (histologia) megalapítója	40	Transplantatio	194
Szövettan (növényi)	31	Trichitek	130
Szunnyadó tulajdonságok	217	Trichocysták	130
Szűz-nemződés	144	<i>T r i d a c n a</i>	188
		Trophochromatin	128, 158
		Trophocyták	140
		Tudományágak (biológiai)	63
		Tudomány haladása	58
		Tudományos methodika	67
		Tübingeni egyetem	43, 49

Tüskésbőrűek	185	Világnézet (biológiai)	6
Új-kor biológiai vívmányai	28	Világűr (világtér)	100, 101
Ultradarwinisták	47	Visszafejlődés	202
Uruk	18	Visszaszerzés: 1. regeneráció	
Üszkösödés (száraz és nedves)	182	Viszonosság	208
„Vad” népek	58	Vitális sajátságok közösége	64
Vakuolid	93	Vitalisták	94, 227
Vallás	5	Vita minima	178
Vallási mythosok	13	V i v i p a r a H o e r n e s t	
Vallási rajongók	226	NEUM,	220
Váltivarú szaporodás	161, 162	V i v i p a r a N e u -	
Változékonyság	151, 205	m a y r i F U C H S	220
Változó hőmérsékletű állatok	192	Víz	118
Vándormag	158	Vizsgálati szempontok	63
Variációk	46, 203	V o l v o x	112, 174, 220
Varietas	203	Vöröslevelű növények	103
Vasas vegyületek	117	Weimar	40
Vázak (belső és külső)	130	WEISMANN-féle redukció	146, 152
Védő színek	41	„Weltinfektion”	98, 99, 100, 101, 102
Véglények	64, 171	Willendorfi Venus	16
Venus, maltai	16	Zsidó bibliai teremtéstörténet	19
Venus, willendorfi	16	Zsidók biológiai ismeretei	19
Vérbükk	103	Zsidó „zoologia”	20
Vér- és nyirokedényeknek viasszal való injiciálási módszere	31	Zsigertan (splanchnologia)	66
Vérkeringés fiziológiája	29	Zsírmetamorphosis	183
Vezuv	25	Zslok	114

HIBAIGAZÍTÁS.

A 88. oldal felülről számított 4. sorában F. Koch helyett ~~.....~~ D. Koch

I. TÁBLA



2



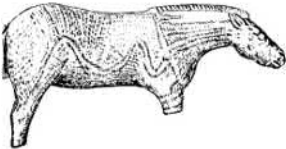
1



3



4

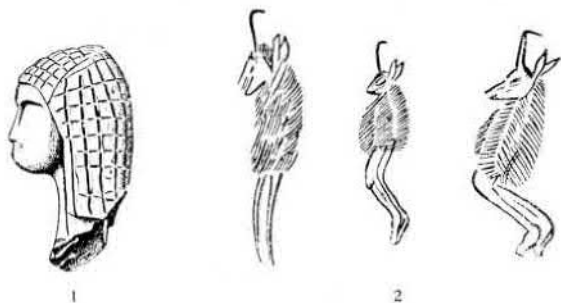


5



6

II. TÁBLA



III. TÁBLA



IV. TÁBLA



1



2



3

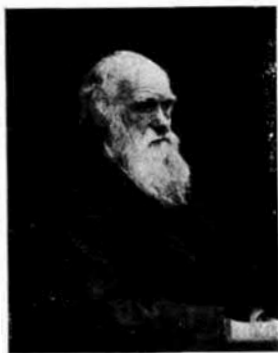


4



5

V. TABLA



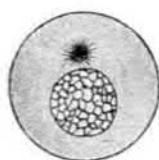
Charles Darwin



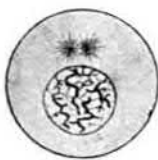
4



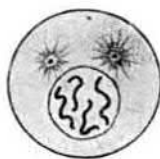
VIII. TÁBLA



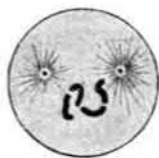
1



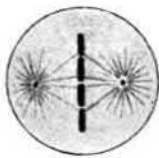
2



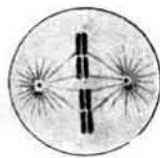
3



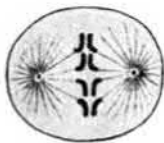
4



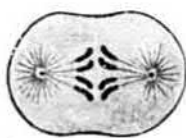
5



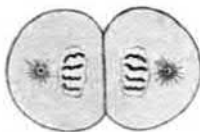
6



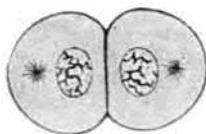
7



8



9



10

IX. TABLA



1



2



3

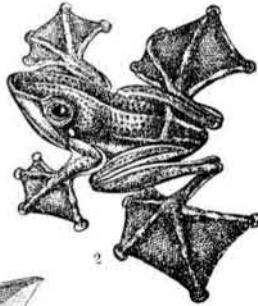


4

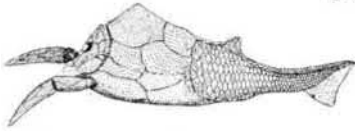
X. TABLA



1



2



3



4



5

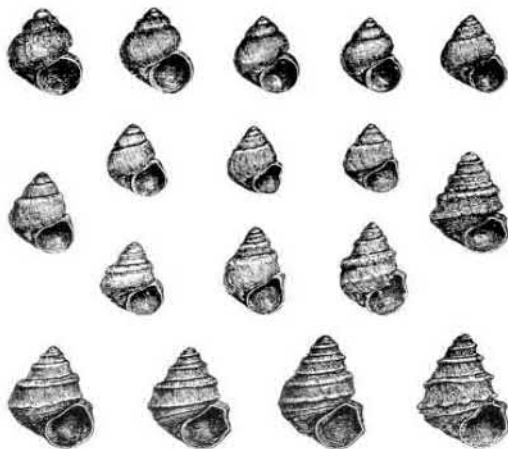
XI. TÁBLA



1



2



3

XII. TABLA

