

AZ EGYSEJTŰ ÁLLATOK A TÖBBSEJTŰEK SZEMPONTJÁBÓL.

(Egyetemi előadások).

Dr. Apáthy Istvántól.

I. FEJEZET.

Az élet s a szeretlen élő lények.

Az élő lényeknek és az életnek tárgyalását a legtöbb szerző egy kijelentéssel kezdi meg, melynek veleje a következő: Ha a szervezeteiket a maguk átalánosságában tekintjük és keressük bennük a közösen jellegzőt, akkor, mint lényeges, a csupán bennük található, sajátos élő anyag, melyet Plasmának vagy Protoplasmának neveznek, fog elénk állani.

E tételt ily alakban nem fogadhatjuk el. Élő anyagról nincs jogunk szólni; a mit ismerünk, az az elemi élő lények anyaga, még az élet legalsó fokán is. De nem ez az anyag él, hanem csak maguk az individuumok, melyekre nézve a protoplasma nem egyéb, mint építő s egyszersmind tüzelő anyag, erőforrás. Az elemi élőlények pedig a nekünk legalább szerkezetnélkülieknek feltűnő, eddig talált legegyszerűbb szerkezetű sejtek: az a legkisebb valami, ami még mutatja az élet összes jellegző tüneteit.

A mondottak megvilágítására vegyünk egy hasonlatot! Képzeljünk el aczélből készült bonyolult gépezetet. Ezt bámulva, vajjon az aczélt csodálnók-e, azt tartanók-e a gépben lényegesnek? Bizonyára nem. Fő dolog itt a szerkezet, a mód, a hogyan az acél föl van használva. De mivel az acél csak egyszerű elem (illetőleg Ferrum-Carbonium keverék), míg a protoplasma bonyolult kémiai szerkezetű vegyületek keveréke, a hasonlat nem egészen helyes. Állítsunk ezért az elemi élő individuummal inkább egy finoman szerkesztett óraművet

párhuzamba. Találunk abban aczélt, rezet, esetleg aranyat, ezüstöt, üveget, rubínt stb. Ha az órát mozsárban összetörjük és porát jól összekeverjük, bonyolult szerkezetű anyagot kapunk, mely azonban még távolról sem oly bonyolult, se oly nehezen nem analysálható, mint a protoplasma. Épen úgy, a hogy a mozsárban levő keverék nem óra, mert nem mutatja az időt s egyéb lényeges sajátosságai sincsenek meg benne az órának: az észlelésünk alá kerülő protoplasmának sincs, mint anyagnak, több jelentősége az életre nézve. A protoplasmában sem az anyag, hanem a mód a lényeges, a hogyan az élőlények, egy-egy mikroszkopikus óra, keretén belül föl van használva. S e mód nem is csupán arra a molecularis szerkezetre vonatkozik, mely a protoplasmát alkotó egyes anyagok physiko-chemiai tulajdonságait magyarázza meg és az élet nyilvánulhatósága nézve csak abban az értelemben lényeges, a hogyan az aczél molecularis szerkezete az óra járására nézve.

Van jogunk némi óraszerkezetnek, kerekék összekapaszkodásának stb. mását keresni az elemi élőlényekben; tehát oly szerkezetet, mely nem hypothetikus és melyet mikroszkóp segítségével magunk elé is állíthatunk. Számos élőlény ugyanis, melyeket nem rég egyöntetűeknek (homogén) tekintettünk, mutat állományában bizonyos differenciálódást: fonalakat, reczétet, kisebb-nagyobb szemcséket.

De a protoplasmában nem csak az lényeges, hogy a benne foglalt molecula-csoportok egy bizonyos módon legyenek alkotva, s e mellett az illető vegyületek aránylagos mennyisége bizonyos határokon belül állandó legyen: lényeges még absolut mennyiségük is, holott az órában vannak, ezüstnek absolut mennyisége teljesen közömbös; mert hisz a legkülönbözőbb nagyságú órákat készíthetjük ugyanarra a mintára. Ha számtalan sejtet összegyűjtve, összezúzva és keverve megkapnók is protoplasma-anyagot, melyből kiválaszthatnók és arányszámuk szerint meghatározhatnók különféle alkotó vegyületeit, még korántsem volna remélhető, hogy megfordítva össze is tehetnők az élő protoplasmát. Az eredmény legfőlebb protoplasma-anyag, tehát halott volna; minthogy az életre nézve az individuumokat alkotó anyagoknak — meglehetősen szűk korlátokon belül — absolut mennyisége is nagyon lényeges; ezt pedig nem határozhatjuk meg.

A biológiának az előbbieken foglalt fontos sarktétele, más szavakkal a következő: Az élőlények mindig csak bizonyos, igen korlá-

tolt terjedelemben fordulnak elő, s a protoplasmának csak igen kis, fajlag meghatározott tömege alkot egy-egy élő lényt.

Ebben a kis tömegben pedig az alkotó vegyületek abszolút mennyiségét lehetetlen meghatározni azért, mert — nem is tekintve a sejteknek oly kicsiny voltát, hogy szabad szemmel nem is láthatók, s némelyek mikroszkop segítségével is csak alig vizsgálhatók — a leg-
elemibb élőlények sem csupán protoplasmát, hanem sejt-terméket, metaplasmaticus anyagokat is tartalmaznak (— Hanstein kifejezése szerint metaplasmából állanak —) és e két állományt ma még nem mindig vagyunk képesek egymástól megkülönböztetni, hát még különválasztani!

A mondottak, úgy hisszük, eléggé megvilágítják azt, hogy, ha a legegyszerűbb sejtek teste szerkezet nélküli volna is, nem lenne helyes a protoplasmát élő anyagnak, a szervezetekben egyedül lényeges valaminek nevezni: lényeges így is legfőlebb a protoplasmának individuális, individuum-alkotó mennyisége lenne, tehát ismét csak fölhasználásának a módja. A szervezetben lényeges az individuumhoz és a mennyiséghez kötött prótoplasma lehet csupán.

Lássuk azonban közelebbről, hogy mi ez a protoplasma!

A protoplasma különböző szerves vegyületek keveréke, melyekhez néhány só oldatai járúlnak. A szerves anyagok, mint úgynevezett colloidok, duzzadt állapotban vannak, azaz bizonyos mennyiségű vizet mechanice tartanak kötve, s azt chemiai lényegük változása nélkül el is veszthetik. Azokat a legegyszerűbb, hypothetikus alkatrészeket, melyekből a szerves anyagok állanak, Nágeli tudvalevőleg micellumoknak nevezte: micellum alatt eredetileg a fehérjeféléknek igen nagyra képzelt egy-egy moleculáját, később azonban már több egynemű molecula csoportját értette, s végül — kapcsolatban a Pfeffer által a micellum helyébe állított Tagma- (rendezmény, csoportozat) fogalommal — a micellumot, úgy látszik, különemű szerves molekulák rendezett csoportjává, mely physikailag külön egész, módosította. A micelláris elmélet igen jól megmagyarázza a szerves anyagok természetani tulajdonságait, sőt az élettulajdonságok némelyikének megértésében is segítségünkre van, de nem magyarázza meg az élőlények testanyagának azt a szerkezetét, mely, az élettümenynek mechanis-

musának érdekében, a látszólagos szervezetlenség daczára sem hiányozhatik.

Az élőlények alkotásában a következő anyagok vesznek részt. Az elemek közül: Carbonium, Nitrogen, Hydrogen, Oxygen, Kén, Mész, Phosphor, Chlor, Kalium, Natrium, Vas, Kova, Mangan, Magnesium, Fluor stb. A szereplő vegyületek közül kiemelendők a Fehérjefélék, Szénhidrátok, Zsírok, a Víz és bizonyos Sók. Ezen eredményeket nem mikroszópi vizsgálat, hanem magasabb rendű élő lények testének egész tömegükben való elemzése által nyertük. Az analysálás ily módja csak tökéletlen következtetést enged a tulajdonképi protoplasmára, mert felöleli az oly anyagokat is, melyek csak a sejtek közti állományban vannak, illetőleg, ha a sejten belül vannak is, ott mint sejttermék halmozódtak föl s nem állandó alkotói a protoplasmának, hanem u. n. metaplasmás (metaplasmabeli) anyagok. De annyiban mégis következtethetünk ily úton a protoplasma vegyi szerkezetére, a mennyiben a legmagasabb rendű élőlényben sincs egyetlen porczika sem, melyet ne a protoplasma alakított volna többé-kevésbbé át s mely ne lett volna hosszabb-rövidebb ideig annak része. Csakhogy az ilyenek pl. a Szénsavas Mész, Phosphorsavas Magnesium stb. bár rajta keresztül jutottak a szervezetbe, a protoplasmának sohasem lényeges, hanem csupán átmeneti alkatrészei: a tápanyagokkal jutnak a sejtbe és vagy mint a sejt váladékai, fölhasználódnak a test vázának képezésére, vagy, mint ürülékek, illetőleg mint használhatatlan maradványok, kiküszöbölődnek. Így például Kova-részek lehetnek a sejtben, vagy mint a protoplasma váladéka, vagy mint kiürítendő fölösleg, jelen, melynek a protoplasmához csak helyzeténél fogva van köze. Az előbbi esetet látjuk, ha egy Radiolárnak, egysejtű állatkának, csinos kovavázát tekintjük, melynek kováját — a tengervízből véve föl — a protoplasma előbb megemésztette volt s aztán másódlagosan választá el s alakítá ama csinos tükké vagy rácozottá. Az utóbbi eset forog fönn egy Protogenésben (szervetlen egysejtű lény), a mely, valahányszor egy-egy parányi, kovapánczélos Diatomaceát ejt zsákmányúl, azzal együtt kovát is visz be testébe; de azt, mihelyt a Diatomaceából a szerves anyagot kioldotta, mindjárt kiküszöböli.

Igazán lényeges elemei a protoplasmának csak azok, melyek a fehérjeféléknek is lényeges alkatrészei: Carbonium, Nitrogen, Oxygen,

Hydrogen, kevés Kén és Phosphor. A protoplasmában szereplő vegyületekről még kevesebbet tudunk. Már a holt fehérje is igen komplikált, sok parányból álló vegyület; de mindig C, H, N, O és S, ez öt elem alkotja, melyeknek súlyviszonya a különböző fehérjenemekben megközelítőleg egyforma. Az élő fehérje valószínűleg még sokkal bonyolultabb szerkezetű és más vegyi szövetű, mint a holt fehérje, melyet vizsgálhatunk. Ezt abból sejtjük, hogy bomlási terményül némi anyagot: pld. Cyan-vegyületeket, csak élő fehérje szolgáltat. A húgy, mely leglényegesebb alkatrészeit a protoplasma anyagcseréjének köszönheti, a Cyangyök (CN) által jellemzett vegyületeket tartalmaz. A (CN.)radikál valószínűleg fontos szerepet játszik az élő sejt fehérjeinek vegyi szövetében. A szénhidrátok és zsírok kevésbé lényeges alkatrészek magában a protoplasmában. Fontosságuk abban áll, hogy, — vagy progressív, vagy regressív átalakulás közben — mint a protoplasma fehérjeit kímélő tápanyagok, jutnak érvényre. A sejten belül progressívben akkor, midőn kívülről vett tápanyagok s így a protoplasma fehérjei helyett oxidálódnak és szolgálnak erőforrásul; regressívben, midőn protoplasma megelőző elhalása következtében jöttek volt abból létre.

Az előbbieken megismervén testanyagukat, nézzük magukat az elemi élő lényeket: hol találhatók és minők?

Elemi élő lények, — a minőkre például a Mikroococcusokat, Baktériumokat, Bacillusokat (közös névvel Mikróbokat) és a Protamoebát, a Protogenest, a Schizogenest (mint Haeckel nevezte: Monereket) kívánjuk fölhozni, — mindenütt fordulnak elő, a hol élet lehetséges.

A Protamoeba szabálytalan alakú, folyton változó teste rövid, vastag, össze nem folyó nyújtványokat bocsát, s azok segítségével mozog. Egy csöpp sűrű, szemcsézett nyálka az egész: elérhető nagysága és nyújtványainak alakja a fajok szerint változó, de egyes fajainak keretén belül meglehetősen állandó. Ezek részint tengerben, részint édesvízben élnek.

A Protogenes alakja gömbölyded, ritkábban szabálytalan; nyújtványai hosszúk, vékonyak, elágazva összefolynak, anastomizálnak; velük mozog és veszi be táplálékát. Csak tengerben él. Ennek a Monernek test-anyaga épen olyan, mint az előbbié. Hyalin, nyúlós, szilárd-folyékony alapállományba szilárdabb szemcsék vannak beágyazva; szemcsétlen külső rétege kissé erősebben törli a fényt, mint a többi protoplasma, melyben egy kis gömbölyded üreget talál-

lunk, víztiszta folyadékkal tele, időnkint el-eltünőt, u. n. *vacuolum*-ot. Nagysága 1 m. m. átmérőt is elér, míg a *Protamoeba* 0.01 m. m.-nél nem igen nő nagyobbra.

A *Schizogenes* alsóbbrendű Rákok (*Ostracoda* és *Cladocera*) test üregében élőködik. Protoplasmájában nincsenek szemcsék; az egészen egynemű test formája és nagysága változó; többnyire ke-rekded, a legkisebbek korongalakúak.

A *Mikroccoccusok* leginkább rothadó folyadékokban és beteg állati szövetekben — kisebb számmal egészségesben is — fordulnak elő; a legkisebb élő lények, melyek testében jelenlegi eszközeinkkel semmi structurát sem látunk. Alakjuk gömbölyded.

A *Bacillusok* és *Bakteriumok* hosszúkásak, pálcikaszerűek; a nagyobbakon vagy vékony és nyúlékony, vagy vastagabb és merev borító hárttyát találunk, melyen belől protoplasmájukban szemcsék láthatók, — Bütschli szerint sejtes szerkezet (*Wabenstructur*) is. Eeg-újában több bakteriumon rendkívül vékony, fonalszerű nyújtványt, *flagellum*-ot is mutattak ki; ennek segítségével mozognak.

Jóllehet a felsorolt összes elemi élő lényeknek közös tulajdonsága, hogy szerves anyagokból táplálkoznak és szervetlenekből nem képesek testük anyagát gyarapítani, azt hisszük, végleg eldönteni, hogy az állatok vagy növények-e, nem lehetséges, de nem is szükséges. Jobb, ha mindvégig közös tárgya marad zoológusnak és botanikusnak az a *terrenum*, a melyen különösen a jövő biológiája fogja hódításait tenni.

Valószínűleg a mai *Monerek*hez hasonló lényekben testesült meg a földön először az élet, sokkal megelőzve az első tulajdonképi állatokat és növényeket. Bármint álljon is a dolog, elég az hozzá, hogy a *Monerek* a legegyszerűbb élőlények. Protoplasmájuknak látszólagos egyformaságát nézve, önkényt fölmerül bennünk a kérdés, miért oly különbözők egyéb tulajdonságaik, működéseik és életföltételeik? Miért okozza az egyiknek vesztét, a mi a másiknak nélkülözhetetlen? Miért nem tud megélni édes vízben a *Protogenes* is? Miért bocsat ez hosszú, elágazó nyújtványokat és rövideket, össze nem folyókat a *Protamoeba*? Miért nem nőhet *Protamoeba* ép oly nagyra, mint a *Protogenes*? Egyéb magyarázatot, mint protoplasmájuk különböző voltát, látszólagos egy-formasága daczára, nem találunk. Ezért protoplasma alatt nem egy meghatározott állományt, hanem rokon anyagok egész csoportját kell érte-nünk. A protoplasmák kémiai különbözőségére utal például az is, hogy

egyek Mikrobok protoplasmájuk váladékával képesek a legellenállóbb anyagokat (cellulosa, szarú, bőr, kaucsuk) megemészteni, míg mások nem. És van még több más ok is, melyeknél fogva méltán tarthatjuk a protoplasmákat fajilag különféleknek.

E különbözőségnek kezdettől fogva meg kellett lennie. S ez könnyen is érthető. Mi részünkről az elemi élőlényeket, a sejteket, az anyagi világ harmadfokú, legmagasbb egységeinek tekintjük. Az első fokon állanak az atomok, mint az elemeknek immár oszthatatlan, lényegük változása nélkül kisebbre nem képzelhető összetevői, melyek az őselem, az aether parányaiból állanak; a második fokon a molekulák, mint a vegyületeknek, azok fölbomlása nélkül még elképzelhető, különmemű elematomokból álló legkisebb részei, illetőleg az elemeknek physikailag létező legkisebb atomcsoportja. Ily értelemben jeleznek az egyszerű, szervezetlen sejtek, mint a legkisebb élő valamik, a harmadik fokot, különmemű molekulákból állván.

Az emberi ész nemcsak a világegyetemben létező összes anyagokat vezette vissza 70 s egynéhány elemre, hanem az elemek parányait is fölbontotta a közös, egyetlen anyag, az aether parányaira, melyeknek csupán összetétele módja, csoportosítása, vagy talán mozgási állapota okozza az elemek parányainak különböző voltát. Épen úgy, mint a hogy akár egyszerre, akár időről-időre lényegesen különböző atomok állhattak elő a mindenütt egyforma aetherparányokból, jöhettek létre mindjárt kezdetben, vagy, lépést tartva a föld physikai viszonyainak módosulataival, lassanként a protoplasmák, melyek, mint különmemű állatok sejtjei, lényegesen különbözők.

Más kérdés, hogy ugyanazon élő lény különböző sejtjeiben is elütő-e ily fokig a protoplasma; minthogy minden magasabb szervezet egy-egy petesejt oszlása által jött létre. Itt már valószínűbbnek tartjuk, hogy a különféle sejtek szerepének, képességeinek különböző voltát nem a tulajdonképi protoplasma különfélesége, hanem különféle metaplasmás (protoplasmából lett) anyagok fölhalmozódása okozza, a sejtnek a szervezetben elfoglalt helyzete s egyéb életviszonyai szerint.

Morphologiai szempontból az élőlényeket mindenek előtt a lágy alak, geometriai szabályosságú határvonalak és síkok hiánya jellemzi, összefüggésben a protoplasmának sajátos, szilárd-folyékony halmazállapotával. Bizonyos látszólagos kivételek e szabály alól másodlagos, anorganikus vázképleteknek tudandók be.

Ugyan-e szempontból foglalkoznunk kellene a protoplasma belső structurájával is, amennyiben a szerkezet nem szükségképpen szervezetet jelent, ha t. i. van a protoplasmának olyan szerkezete, mely nélkül élet egyáltalán ne lett volna lehetséges. Magától értetődik, hogy a protoplasma csak megközelítőleg is homogén nem lehet; legfőleg a teljes kiéhezettség állapotában, mert mihelyt táplálkozik, különféle anyagok jutnak bele, melyekből csupán az assimilálás — áthasonítás — után lehet vele egynemű állomány. Mohl Húgó, ki először használta a protoplasma elnevezést, az így jelölt valamit nyúlós szilárd-folyékony alapanyagból állónak mondta, melyben erősebb fénytörésű szemcsék vannak; de gyakran hiányozhatnak is belőle, midőn teljesen üvegmemű. Schultze Miksa, a sejt modern fogalmának megállapítója, ugyane nézetben volt; hasonlóképen Brücke, ki a sejthártyán kívül a magot is lényegtelennek mondta. Szerinte a legegyszerűbb sejt a protoplasma puszta rögcskéje, melyben bizonyos molecularis organisatiót föl kell ugyan venni, de melyet morphologiailag apróbb részekre még nem különítettek szét, s talán nem is fognak soha szétkülöníteni. Mások a protoplasma teljes homogenitását ép oly hypotheticusnak tartják, mint azt, hogy van primitív szerkezete. Vannak végül, az ellenkező szélsőségbe csapva át, olyanok, a kik a sejtben néha mutatkozó fonalakat (plastidula) és rögcskéket (granula) tartják a voltaképen élő elemeknek.

Ha arra a kérdésre, vannak-e még a protoplasmán belül a sejt-nél is elemibb élő részek, meg akarunk felelni, mindenek előtt azzal kell foglalkoznunk, miből következtethetünk egyáltalában valaminek az élő voltára, mi tehát az élet?

Az élet végelemzésben az elemi élőlények működéseinek összessége, munkájuk nyilvánulata, eredője; más szóval a protoplasma-individuum molekuláit élénkítő mozgások eredője. Az élet tehát nem tulajdonsága sem az élő lénynek, sem - még kevésbé - a protoplasmának. Bizonyos körülmények közt a víz is, ha van kellő esése, képes malmot hajtani, munkát végezni ép úgy, mint a protoplasma. De a malmohajtás tulajdonsága-e azért a víznek? Tulajdonsága a folyékony-ság és bizonyos fajsúly, melyek a mondott működésre képesítik. A protoplasmának szintén meg vannak a maga jellemző tulajdonságai, az élet-tulajdonságok. De ezek nem az élet; csak ezek a belső föltételek, melyek az élet nyilvánulásához szükségesek, — bizonyos külsők mellett.

E belső föltételek, az élettulajdonságok közül most kettőt emelünk ki: 1. a protoplasma sajátyszerű halmaz-állapotát, melyet Nägeli micelláris elmélete magyaráz meg; 2. a labilis egyensúlyt, melyben alkotó vegyületei önmagukban és egymással vannak. Járulnak ezekhez még más tulajdonságok is, melyek szintén chemiai, illetőleg physikai beszámítás alá esnek, ép úgy, mint egyéb anyagokéi.

Az élet külső föltételei viszont a következők:

1. Hogy a környező mediumban bizonyos minimális foka a víztartalomnak meg legyen. Ellenkező esetben életműködését a protoplasma, a mértéken túl megváltozván sajátos halmazállapota, nem végezheti.

2. Hogy a környező mediumnak egy bizonyos hőmérséklete legyen, mely sem 0°-on alól le nem szállhat, sem 45—50°-on (Cels. szerint) felül nem emelkedhetik, mert különben a fehérje megfagy, illetőleg megalszik (megmered).

3. Hogy a környező mediumban atmosphaerai levegő legyen. Ennek Oxygenje nélkül az assimilálás munkája nem lehetséges, pedig az életmunka mind ezen alapszik.

Hogy élet egyáltalán nyilvánulhasson, e három föltétel mindig szükséges; hogy az életmunka folyamatban maradjon, szükséges egy negyedik is, t. i. hogy a környezetben elég elérhető tápanyag legyen. E nélkül hosszabb ideig csak lappangva tarthat az élet, a minőnek találjuk a növények magvaiban, melyek, ha nem is évezredekken köröszttül, mint hitték, minden esetre sokáig megtartják csirázó képességüket. Hasonlót észleltek több alsóbbrendű állaton is, pl. az Anguilla Férgeken, Tardigrada Pókokon stb. Activ élethez azonban minden esetre szükséges a táplálkozás, illetőleg assimilatio, mely, mint a többinek föltétele, egyszersmind a legprimitivebb-életműködés, illetőleg életjelenség is. Először is ezt tekintsük meg tehát közelebbről!

Miben áll az assimilatio, az áthasonítás? Miféle látható eredmények után mondható el, hogy valamely sejt assimilál? Ha a sejt, egyéb életműködései daczára, melyek mind mozgásokra vezethetők vissza és a testállomány rovására folynak, megmarad a status quo-n, vagy tömege még gyarapszik is, elmondhatjuk róla, hogy assimilál, mert a külvilágból vett idegen anyagokból alakít magának új élő állományt. Hogy a sejt assimilatio

által tömegében gyarapszik: e tüneményt növekvésnek nevezzük. Minden assimilálás alkalmával egyszerűbb, de magasabb Oxygen-tartalmú vegyületek alakúlnak át bonyolultabb vegyületekké, melyekben azonban kevesebb az Oxygen. Tehát az assimilálás következtében, protoplasma létrejöttkor Oxygen lesz szabaddá, és e mellett eleven erély alakul át helyzetivé. Ez az eleven erély nem lehet más, mint hő, a mit az elemi élőlények vagy kívülről vesznek, vagy önmaguk termelnek. Kívülről veszik, a nap melegét használva föl, a növények. Saját maguk produkálják ezt az eleven erőt az állatok.

Az elemi élőlényeknek, minden szerkezet nélküli önálló sejtnak, legalább a ma létezőknek, úgynevezett szerves anyagok a táplálékuk, s azt vagy más élőlények képében veszik magukba, fölfalva ezeket, vagy élettelen dolgokból, nevezetesen oldatokból, melyek azonban szerves tartalmukat szintén minden körülmények közt életnek, növényi vagy állati anyagok szétesésének, pl. elrothadásának köszönhetik. A legegyszerűbb élőlények közül, melyeket Haeckel nyomán a sejtekkel szemben Cytodoknak, — borító hártya és mag nélküli sejtek, például a már ismertetett Monerek — nevezhetünk, némelyek ragadozó módra élnek.

A Protamoeba és Protogenes nyujtványaikkal maguknál kisebb élőlényeket megragadnak, testükbe kebeleznék és megemésztnek. Más Monerek, például a Schizogenesek, élősdiek, mert alsóbbrendű Rákok testüregében élnek és az ott keringő nedvekből táplálkoznak. Ismét mások, mint a Mikrooccusok, Bacillusok és Bakteriumok rothadó folyadékokban, vagy magasabbrendű állatok szöveteiben lakoznak, sőt magukba a sejtekbe is bejuthatnak és azok tartalmát fogyasztják. Hogy mennyiben szorosan vett élősdiek, mennyiben van szükségük közvetlenül az eleven szervezet életműködéseire, legtöbb esetben nem dönthető el. Lehet, hogy élősködnék a náluk magasabb rendűekben, pusztítva a mit azok építenek; de lehet az is, hogy csak a más egyéb okokból elpusztult vagy pusztuló, beteg részeket emésztik föl.

Bármint legyen a dolog, tény az, hogy a legegyszerűbb élőlények mind szerves anyagokból táplálkoznak, oly anyagokból, melyek már maguk is nagy fokán állanak az összetettségnek: szegények Oxygenben, gazdagok Carboniumban, és protoplasmává alakításuk nem vesz oly nagy eleven erélyt igénybe, mint a

mennyibe kerül pl. a növénynek az, hogy vízből, ammoniakból és levegőből (meg szervetlen sókból) állítja elő a maga protoplasmáját.

Az assimilatiót megelőzi sokszor az a művelet, melyet emésztésnek nevezünk. Ha az elemi élőlény szerves folyadékban tenyészik, emésztésre nincs szüksége, mert az assimilálásra már alkalmas állapotban veszi föl a táplálékot. Ellenben ha ez szilárd szemcsékből, vagy folyó, de vízben oldhatatlan cseppekből áll: hogy bensőleg keveredhessenek a protoplasmával, először folyadékká, illetőleg oldhatókká kell azokat átalakítani; ez az előzetes átalakítás az emésztés. Az emésztés történhetik vagy a protoplasma belsejében, vagy átalakulhat a tápanyag a protoplasma váladékai által a protoplasma testén kívül is. Az elemi élőlényeknek általában igen jó gyomruk van. Akad köztük, a mely képes föloldani, elroncsolni oly anyagokat is, a minőkkel szemben magasabbrendűek emésztő szervei tehetetlenek. Mondottuk, hogy bizonyos Mikrokok föloldják a fa anyagát, (a cellulosát,) a szarút, a bőrt, sőt Miquel (Montsouriban) észlelt olyan fajt is, mely kénessav fejlesztése mellett oldódásra bírja a kaucsukot, és az, már mint megemésztett folyadék, jut be endosmosis útján a Mikrob testébe.

Az emésztéssel kapcsolatos a táplálékban foglalt megemészthetetlen és így használhatatlan részeknek, u. n. ürülékeknek (excrementum), a testből való eltávolítása. Ha a Protamoeba, vagy Protogenes kovapánczélos Diatomaceát éjt zsákmányúl, annak plasmáját és nedveit a kovapánczél alól kivonja, sőt a kova részek közt a héjban foglalt szerves anyagokat is kilúgozza, magát a kovát ellenben, minthogy nem használhatja, kiküszöböli. Ez csak egy példa amaz anyagokra, melyeket az alsóbbrendű állatok, mint ürülék, távolítanak el.

Jól meg kell különböztetnünk a fölesleges, még idegen tápmaradékok kiküszöbölését attól a tüneménytől, melyet excretionnak, kiválasztásnak nevezünk. E tünemény abban áll, hogy az assimilatio mellett folyton decomponálódó egyes protoplasma-részeknek szétesési terményei közül az ártalmasok a testből eltávolodnak: oly molecula-csoportokra vonatkozó folyamat, melyek megelőzőleg már éltek, áthasonult alkatrészei voltak a protoplasmanak, tehát már idegenek. Közvetlen, ha nem is egyedüli, oka az ilyen természetű váladékok (talán helyesebb szóval gyüledekek) létrejöttének való-

szinüleg a környező Oxygen hatása az elemi szervezetekre; (ámbar ezek, a physiologusok tanúsága szerint, akkor sem maradnak egyensúlyban, hanem belső bomlásokat szenvednek, ha az Oxygent környezetükből ki is zárjuk.) Az Oxygen e hatása, — melyre, mivel az élő lassan ég, mint az eleven erély forrására, az állatnak a maga összes életműködéseire szüksége van, — a decomponálás, az assimilationnak is föltétele: élet csak élet rovására tartható fönn, s a halál csak halálnak árán kerülhető el.

Az excretiótól viszont a secretio-t, a kiválasztástól az elválasztást kell megkülönböztetnünk: amannak termékeivel, a gyüledékekkel, szemben állanak az emennek köszönhető váladékok. A gyüledékek csak negative, eltávolításuk által használnak a sejtnak; a váladékok ellenben positiv szolgálatot tesznek az élőlénynek. Váladék pl. az a sav (kénessav vagy más), a melylyel némely Bakterium a kaucsukot, fát stb. megemészti; gyüledék pedig a szénsav, melynek eltávolítása menti meg őket a megfulladástól. Csakhogy nem mindig tudjuk a gyakorlatban is eldönteni, hogy egy-egy sejtnak valamely terméke gyüledék-e vagy váladék.

Általában, hogy milyenek a termények, melyek ez életművi bomlás (vagy csak elkülönítés: secretio) folytán a legalsóbb rendű lények protoplasmájából kiküszöbölődnek, hogy mily anyagok az excretio vagy sexcretio termékei: a gyüledékek, vagy váladékok? azt közvetlenül kevés esetben figyelhetjük meg.

Valószínű — legalább sokan annak tartják, — hogy az említett Bakteriumok a maguk káros szerepét és roszt híret is csak efféle termékeiknek köszönik, annak, hogy anyagcseréjük mérges vegyületek képzésével jár. E mérgek (ptomainok?) volnának azok, a mik a magasabbrendű szervezetnek ártalmasak.

Hogy ily apró lények anyagcseréje (az étellel járó vegyi változások összege) felől ítéletet mondhassunk, annak első föltétele az, hogy nagy tömegük legyen együtt előttünk, és egyszerre az egész tömeg élőlény váladéka juthasson megfigyelés alá. Ily tanulmányozásra szolgál az úgynevezett tisztára tenyésztés úgy, a hogy baktériumokkal vitték véghez. Midőn ezeket tenyésztve, elérjük azt, hogy a tenyésztő anyagban más élőlény ne maradjon, mint épen az a faj, melyet vizsgálunk: eljárásunkat „tisztára tenyésztésnek“ nevezzük. Mindenesetre nagyon érdekes és tanulságos volna, ha más elemi élő-

lényeket is oly nagy számban és oly elkülönítve tudnánk tenyészteni, mint a baktériumokat; de az erre irányult kísérletek nem vezettek eddig a kívánt eredményre. Inkább csak elméleti úton következtethetünk az anyagokra, melyeket a Monerek termelnek. A gyüledékek között első helyen áll a Szénsav. Fontos szerepe van még az Ammoniaknak s más Nitrogen tartalmú vegyületeknek s a Víznek.

Assimilatio az élőanyag létrejöttének egyedüli módja úgy, hogy elmondhatjuk: az élettelen anyagot csak életműködés emelheti az élet magaslatára. — De tovább is mehetünk! Nem csak, mint anyag, veszi minden élő más előből eredetét, azt is állíthatjuk, hogy, mint egyén is, csak már élő individuumból, annak szaporodása által keletkezhetik. A régebbi jelmondatnak: „Omne vivum ex vivo“ folytatása az „Omnis cellula e cellula“ — a mi alatt azt kell érteni, hogy csak élő individuum hozhat élő individuumot létre.

Hallottak, Uraim! bizonyára a generatio aequivoca-ról (seu spontanea), mely névvel azt az állítólagos folyamatot jelölték, midőn már élők közbejötté nélkül is keletkeznek élő lények. Aristoteles idejében lehetségesnek tartották, hogy ily módon élettelen anyagból, pl. álló esővizekben, oly magos fejlettségű lények, mint békák is jöhetnek létre. Később e föltevéstől elállottak; de midőn a tudomány először kezdte megismerni a mikroszkópi s aztán az egysejtű élőlényeket, ismét fölmerült az a kérdés, hogy, ha magasabb rendűek nem is, — keletkezhetnek talán önként a létező legalsóbb rendűek? Egészen a legújabb korig akadtak e hypothesisnek védői; nem rég folyt Pouchet és Pasteur között egy nagy vita e kérdés fölött. Pouchet azt állította, hogy spontan is keletkezhetnek élőlények; Pasteur ellene mondott s a tudomány további folyama neki adott igazat.

Az assimilatióknak és növekvésnek következménye a szaporodás. Nézetünk szerint a szaporodásnak végső elemzésben csak egy formája van, ez pedig az oszlás, melynek különböző módon való föllépését mellékes körülmények okozzák. Egyszerű az oszlás, midőn a sejt protoplasma-rögöcskéje két, körül-belől egyenlő darabra szakad szét. Ily módon szaporodik a Protamoeba és Protogenes, s voltaképp ezt találjuk, akár az Embert nézzük is. Látszólag más neme a szaporodásnak az, melyet a Bakteriumok, az egyszerű oszláson kívül, mutatnak; ez a spora képzés. Az anya-bakterium testében,

annak burkán belől kisebb területre koncentrálódik a még életre képes protoplasma és így alkotja a sporát, mely egy ideig nyugvó állapotban marad. De ez a sporaképzés, a mint a Bakteriumok közt találjuk, tulajdonkép nem szaporodás, mert csak a meglevő individuum huzódik össze és teszi el magát későbbre. A spora kiszabadul a burokból s aztán fokozatosan több darabra szakad, s így ekkor újból az osztlás egyszerű alakjával állunk szemben. Kissé más módon szaporodik a Schizogenes. Bizonyos nagyságot elérvén, némi hártáival veszi magát körül. Ez meghasad s a hasadékon keresztül lassanként kinyomul az anyaállat protoplasmájának egy része. A kinyomott rész önálló alakot ölt és tovább él, úgyszintén a visszamaradt is. Közelebről tekintve azonban, itt sem látunk egyebet, mint egyszerű osztódást.

Az osztódást, a sejtek szaporodását, akárhová nézünk az élőlények világában, egyaránt általános tüneménynek fogjuk látni, úgy hogy már ez is arra a gondolatra vezet, hogy az osztlás teljesen szükségképeni valami. Szükségképeni, azaz okát már az osztlás előtt vagy azzal egyidejűleg létező viszonyokban találja. (Helytelen volna azonban azt mondani: szükséges az osztlás, hogy a faj fönmaradhasson. Természeti tünemények dolgában a jelent csak a múlt irányíthatta ép úgy, mint a jövőt csak a jelen szabhatja meg; a jövő a jelenre nem folyhatik be.) Ha a protoplasma a sejt táplálkozása kapcsán bizonyos tömeget elért, a sejt, mint egy individuum, nem képes tovább élni. Ebben az értelemben az osztlást tekinthetjük szétesésnek is: kezdődő elhalás, mely halál helyett az élet megújulására vezet, minthogy előidéző okai a szétesés közben megszűnnek.

Az individuumok osztódása tette lehetővé az élet fönmaradását a földön; mert ha az elemi élőlények nem osztódnának, akkor már régen arra az állapotra kellett volna az életnek jutni, hogy az összes protoplasma-mennyiség egy óriási élőlénynek, mely a többit mind fölemésztette, testében gyűlt volna össze, s annak nem lenne már tovább, miből táplálkoznia. Az állatok ugyanis a náluk gyöngébb élőkkal való táplálkozásra vannak végelemzésben utalva; így folyton az erősebb győzvé, csak egy individuum maradhatott volna hátra.

Ha már most az osztódás lehetővé tette számos élő individuum

fönmaradását a földön, úgy viszont a növények létrejötte tette lehetővé a protoplasma abszolút mennyiségének gyarapodását. Csaknem bizonyos, hogy a legegyszerűbb lények, melyekkel most találkozunk, az elődöknek rendkívül hosszú sorával dicsekedhetnek ép úgy, mint a legkifejlettebb állatok vagy növények. Sőt e legegyszerűbb élőlények azzal is dicsekedhetnek, hogy valamikor az ő elődeik voltak egyedüli birtokosai a földnek. Valószínűleg nagyon sok millió generáció váltotta föl egymást, míg a szünetlen küzdelem következtében egyes arra való fajok annyira tökéletesedtek, hogy kifejlődtek bennük az első chlorophyl-testecskék. Tudjuk, a növények anyag-cseréjét jellemzi az, hogy Szénsavból, Ammoniakból, Vízből és szervesetlen Sókból képesek protoplasmát állítani elő. Ezt a legegyszerűbb növények, melyekben nincs chlorophyl, nem tudják megtenni; mert, úgy látszik, csakis a chlorophyl képesíti a protoplasmát arra, hogy szervesetlen vegyületekből assimiláljon.

A növények létrejöttével a földön lehetővé vált az, hogy az élőlények protoplasmája az élettelen anyag segítségével gyarapodhassék, de azért nem vált lehetővé, hogy máskép, mint saját testének felezése által, élőlény élet hozhasson létre. Kiemeljük e szót: „felezés”; mert nézetünk szerint minden valódi sejtszaporodás a még épen élő sejtplasmának, tehát a tulajdonképeni individuumnak felezésében áll; a mi esetleg a leánysejtekben gyorsan ismétlődhetik, oly gyorsan, hogy úgy látszik, mintha az anyasejt egyszerre számos leánysejtre szakadt volna. A feleződés e tételéről még fogunk később szólni, midőn majd a magasabbrendűek szövetképződését tárgyaljuk.

Annyi tény, hogy a két leánysejt az oszlás végbementé után az anyasejttől csupán nagyságra nézve különbözik; táplálkozás által — lassan vagy gyorsan — elérik azt a nagyságot, a minő az anyasejté volt, s akkor osztódnak ismét, vagy rendkívüli körülmények közt esetleg hamarabb is. Tehát a leánysejtek öröklik az anyasejt tulajdonságait. Ez csak akkor történhetik meg, ha minden leánysejt egyenlően osztozik az anya-individuum testében levő molecula-csoportokon. A protoplasmának egyszerű kettészakadása által pedig csak akkor volna lehetséges, ha a molecula-csoportok egyenletesen volnának elkeverve s egyformán, minden organisatio nélkül helyezkednének el.

Ma már ez nincs úgy; a protoplasma nem olyan egyszerű, és ép azért, mivel a protoplasmának van ma már szerkezete, szükséges

az oszlásnak is bonyolult folyamattá válnia. Innét van, hogy az oszlás folyamatát, melyet egykor egyszerű kettészakadásnak tekintettek, mint rendkívül bonyolult tüneményt ismertük föl; és, minél jobban behatolunk a sejtoszlás lényegébe, annál több új és magyarázatlan részre áll elénk. S e bonyolult folyamat célja nem lehet egyéb, mint egyenlő mértékben részesíteni a két leánysejtet az anyasejt összes tulajdonságaiban, megfelelni köztük az anyasejt mindennemű élő plasmát alkotó moleculacsoportjait. A szaporodáshoz ugyanis nincs közük az élő protoplasma kötelékéből már kilépett moleculacsoportoknak, mondjuk micellumoknak, az úgynevezett plasmatermékeknek. A felezés csupán a sejt tulajdonképeni protoplasmáját illeti. Tehát, ha látni fogjuk, hogy az oszlás — valódi oszlás és nem csupán tömegreductio — alkalmával egyik leánysejt igen kicsiny, mint parányi bimbó tűnik föl, a másik pedig aránylag óriási: ebből még nem kell arra következtetni, hogy a nagyobb sejtben több protoplasma maradt vissza; mert minden magasabb rendű sejtben a protoplasmán kívül van sejttermék is, és egyenlő bennefogalt protoplasmamennyiség mellett az egyik sejt több sejtterméket tartalmazhat, mint a másik, s ezért nagyobb; a másik állhat csaknem tisztán protoplasmából és ezért sokkal kisebb.

A moleculacsoportok ilyen feleződése aztán meg is magyarázza az átöröklést, azt a bámulatos tüneményt, hogy az anyaállat a maga összes tulajdonságait átadja származékainak. Az átöröklés e tüneménye magasabb rendűeknél rendkívül bonyolult, csaknem járhatatlan útvesztőbe vezet; s nem is lehet másképp megérteni, mint ha irányadóul, alapul az egyszerű élőlényeknek ezt a felezéssel járó osztódását vesszük föl. Hogy mily tényezők komplikálják az osztódást, azt látni fogjuk később bővebben.

Mondhatná az ember, és állították is sokan, hogy a Protamoebák, Protogenesek és hasonló Monerek a halhatatlanság megtestesítői. A Protamoeba szerintük örökké él; ha bizonyos nagyságot elért, osztódik, leánysejtjei újra nőnek, újra osztódnak, s így tovább a nélkül, hogy élettüneményeik láncolatában megszakítást látnánk, a mit halálnak lehetne nevezni. Ha közelebbről tekintjük azonban a dolgot, belátjuk, hogy ez a „halhatatlanság“ tulajdonképen csak szójáték; mert igazi halhatatlanságról csupán akkor lehetne szó, ha a Protamoeba-individuum volna halhatatlan, De az anyasejt individu-

alítása elvész, és a leánysejtek újat nyernek, mely a további oszlást megelőzőleg ismét megszakad s így tovább; tehát éppen az individualitás folytonossága, a mi csakugyan halhatatlanságot jelentene, nincs meg. Azt sem lehet ugyanis mondani, hogy az anyasejt individualitása erre vagy arra a leánysejtre ment volna át, és csak a másik nyerne újat: az anyasejt meghal, és mindkét leánysejt újra születik.

Az individualitás, minőről a sejt élete tanuskodik, következménye különböző természetű, de megszabott arányszámú moleculacsoportok összehatásának, kapcsolatban bizonyos örökölt mozgás-alakkal, mely csak annyiban függ maguktól az éppen jelenlévő moleculáktól, mint ahogy függ a húr rezgése annak anyagától, vastagságától és feszültségétől. Ha tehát az arányszám, a feleződés folytán, átmegy a leánysejtekre s ha e mellett azok a bizonyos rezgések is átvivődnek az anyasejtből, akkor könnyű megmagyarázni, miért nyer az anyasejt mindenik darabja külön individualitást.

De nem csak az individuum halhatatlanságát kell tagadnunk; azt sem mondhatjuk, hogy a protoplasma volna halhatatlan, mert abból indultunk ki, hogy csak az individuum él, és a protoplasma, mint anyag, az individuummal nem identicus. A mi nem szűnik meg, az a protoplasma élettulajdonságainak összege, az életképesség; az anyasejtből a leánysejtekbe ezek mennek át. Az élettulajdonságok közt pedig legfontosabb a moleculák labilis egyensúlya, párosulva rezgések bonyolult nemeivel, melyek viszont függenek a protoplasma sajátos molekuláris szervezetétől: mind csak életföltételek, nem maga az élet. Így a leánysejtben folytatását nyeri az anyasejt életföltételeinek összesége. A protoplasmában pedig csak azért állandók ezek az életföltételek, mivel a protoplasmát az összefüggő tömegben maradás alól — rendes körülmények közt talán még a növekvés maximumának elérése előtt — fölmenti a sejtoszlás.

Már megelőzi a sejtoszlást az anyasejt individualitásának megszűnte, a mit talán a protoplasma életműködéseinek meglassudása okoz: a partialis halál. Minden születésnek halál az első föltétele. Az individualitás bizonyos egyensúlyt jelent, hogy t. i. az alkotó részeknek egy középponthoz viszonyított

mozgásai egymást ellensúlyozzák. Ez egyensúly fölbomlása az individualitás megszűntével egyértelmű. Az oszlást új egyensúlyi középpontok létrejötte vezeti be. Egyensúly ezek körül csak úgy jöhet létre, ha azok a részek, melyek az anyasejt középpontja körül helyezkedtek volt el, minden tekintetben megfelelőznek, azok az anyasejt testéhez még hozzáassimilált molecula-csoportok ellenben, melyek ott az egyensúlyt megzavarták volt, az oszlás közben — vagy előtt — kiküszöböltetnek. Ily kiküszöbölést egyszerű sejtek oszlásakor eddig ugyan nem tudtunk tényleg megállapítani; de nem lehetetlen, hogy a petékből kilépő úgynevezett iránytestecskek (Richtungskörperchen) elseje (a Weismann-féle Ovogen plasma) szintén csak ilyen mértéken túl assimilált részek csoportja, melyek a leánysejtek egyensúlyának érdekében a sejtől ki kell, hogy küszöböltessenek.

Hogy a protoplasma tömegbeli gyarapodása annak élet-képességeire hátráltató befolyást ne gyakoroljon, annak correctivuma a sejtoszlás, a szaporodás. De ez, úgy látszik, nem elég arra, hogy életrevalóságát a protoplasma egyének egy adott faja állandón megtarthassa. Ha egy bizonyos fajhoz tartozó élő individuumok számos generáczió át, hosszú időn keresztül csak ivartalanul, azaz copulatiótól meg nem előzött oszlás útján szaporodnak, akkor mindinkább elsatnyúlnak, sőt fajuk ki is vész. Talán mert bennök olyan egyoldalú módosulatok lépnek föl — mondjuk, családi jellegeik annyira túlságba mennek, — hogy egyébkénti alkalmazkodó, illetve ellenálló képességök a szükséges minimum alá száll. Más szóval, a környezet káros befolyása az ivartalanul szaporodó individuumokban fölhalmozódik. E fölhalmozódásnak az a valami az orvossága, correctivuma, a mit ivaros szaporodásnak nevezünk. Ez a szaporodás egy fajba tartozó, de nem rokon, nem egy családból való két-két individuum összeolvadása, az úgynevezett coniugatio (copulatio) által megelőzött oszlása az így létrejött (kiegészült) új sejtnak. A termékenyülés (fogamzás) csak magasabbrendű módosulása e principiumnak.

A coniugatio által az ivartalan generációk során felnövekedett családi egyoldalúság, találkozáskor más individuum ellenkező irányú egyoldalúságával, kiegyenlíthető. E tételből magyarázható meg minden tünet, melyet e nemben a magasabbrendűeknél látni fogunk, például az ivaros szaporodásra rákényszerítő összes berendezések stb.

Ugyancsak e tételből könnyen megérthető az is, hogy mikor lesz a coniugationak a megújult individuumba a legüdvösebb hatása. Akkor, ha a coniugálódó individuumban ellenkező irányban fölhalmozódtak káros tulajdonságok quantitative egyenlők, tehát egyensúlyozzák vagy megsemmisítik egymást ($[+ X] + [- X] = 0$).

A coniugálódó individuumban protoplasmájának tömege együtt eléri az individuális növekvés maximumát. Így az új sejt, bár anyagában megifjodott, hamar elveszti egyensúlyát, osztódásnak indul. A leánysejtek fölfrissült anyaga viszont az előbbi generációkéénál gyorsabban táplálkozik, nő, hamarabb jut el a növekvés maximumához: szóval, a coniugatio következménye a gyors egymásutánban való osztódás. A nagyobb számú individuumban föllépő faj pedig nagyobb uralomra tehet szert, több a reménye arra, hogy tökéletesebbé legyen és uralmát meg is tartsa; míg a talán ivartalanul, lassúbb tempóban szaporodó faj a lét száz véletlenének s többé le nem győzhető ellenségeinek áldozatul fog esni.

Oly individuumban közt, melyek protoplasmájának tömege együtt nagyobb a faj jellegző maximumnál, nem jöhet létre coniugatio. Ezen alapszik a nagyságbeli különbség, a mit a párosodó sejtek sorában a női és hím individuumban közt látunk. A nagyobbik nevezetük női ivarsejtnek vagy petének; a kisebb a hímivarsejt vagy ondósejt. Minél nagyobb az egyik sejt, a másiknak annál kisebbnek kell lenni, hogy a coniugatio, melynek eredménye az egy sejt számára megszabott maximális protoplasmátömeget nem haladhatja túl, végbe mehessen. Ebből magyarázható meg, még egyéb követelményeken kívül, az az óriási különbség, mely van a magasabbrendű pete- és ondósejt között.

A bennünket itt foglalkoztató legelemibb élőlények közt a coniugatiót közelebről még nem tanulmányozták; de bizonyára ép oly fontos szerepe van náluk is, mint a magasabbrendűeknek, mert a faji jellegek a Monerekben is igen állandók. Ha ugyanis a magasabbrendűek közt nem volnának faji különbségek, akkor ott sem volna szükség a coniugationa. A fajoknak mind élesebb elkülönítése a létért való küzdelem következménye. Az a küzdelem meg van a Monerek világában is és itt is az individuális különbségek rostája, fejlesztője; meg lesz tehát következképpen az ivaros szaporodás is, a mi, ellenkező tekintetben, t. i. a különbségek kiegyenlítése által,

ép oly *correctivum*, mint ez, melyet természeti kiválasztás (*natural selection*) néven, mint a Darwin elméletét, később fogunk megismerni.

Áttérünk már most az elemi élőlényeken észlelhető és szemmel is kísérhető, látható mozgási tünetenyekre. Ha az előbbi jelenségek, mint láthatatlan mozgások, az *assimilatió*nak tünetei voltak, akkor a most sorra veendő folyamatok ellenkezőleg a *decompositió* tünetei és következményei. Tudjuk, hogy a mozgás helyzeti erély átalakítása eleven erővé. Ez a helyzeti erély a test anyagának magas összetételű és csekély *Oxygentartalmú* vegyületeiben van fölhalmozva. Ezeknek, mint a mozgáshoz szükséges eleven erély forrásainak, kell bomlaniok.

A látható mozgási tünetenyek magyarázatára a *protoplasmának* két tulajdonságát veszik föl; egyik a *contractilitas* (összehúzékonyság), a másik az *irritabilitas* (ingerlékenység.) Az elsőnek köszönhetik a sejtek azt, hogy alakjukat saját belső összehúzódásaik által és nem csak *passive*, külső behatásoknak engedve, változtathatják.

Nehéz néha a *passiv* mozgásokat az *activ* mozgásoktól megkülönböztetni. *Passiv* alakváltozásokat észlelünk a *protoplasmán* mechanikai behatásokra, melyek a térfogat kisebbedése nélkül mennek végbe. *Passiv* alakváltozások mennek végbe a sejteken akkor is, ha környezetüknek víztartalmát módosítjuk; ha csökkentjük, a sejt is veszít vizéből s ilyenkor összegömbölyödik, térfogata kisebbedik. Megfordítva, ha a környezet víztartalmát növeljük, duzzadása következtében állanak elő alakváltozások, s víz fölvétele által a *molecula-csoportok* közé a sejt térfogata növekszik.

Az egyszerű mechanikai alakváltozás nem szorul közelebbi magyarázatra. Folyik az a mechanikai behatás nagyságából és a *protoplasma* halmaz-állapotából, *consistenciájából*, melyet épen mutat, a mennyiben lehet lágyabb vagy keményebb s így vagy könnyebben, vagy nehezebben enged a reá ható erőnek: benső részecskéi egymás irányában is különböző fokban tolhatók el, a mint ezt a *Naegeli-féle micellum-elmélet* jól megmagyarázza. A másik kategóriája a *passiv* mozgásoknak, a duzzadás és zsugorodás, is jól megmagyarázható a *Naegeli-féle micellaris elmélet* alapján; de nem magyarázhatók meg ily könnyen az *activ* mozgások, az összehúzódások. Ezek a sejt térfogatának megnagyobbodásával járnak, kivéve

azokat az eseteket, midőn az activ összehúzódás következtében a benne foglalt folyadékok kisajtoltnak, pl. a vacuolumok megpukkannak.

A protoplasma alakváltozásait a fonalkás alkatrészek váltakozó megrövidülésére és meghosszabulására kívánják visszavezetni. De ha föl is vesszük, hogy összehúzódás alkalmával e fonalkás alkatrészek megrövidülnek és meghosszabbodnak, hátra van magyarázni azoknak megrövidülését vagy meghosszabbodását. Azt állítják, hogy a fonalkák ez összehúzódása és megrövidülése elég arra, hogy levezessük az összes activ mozgási tüneményeket, melyek alatt a protoplasma folyékony alkatrészei a bennük suspendált szemcsékkel együtt igen föltűnő, de valószínűleg csak passiv áramlásokat mutatnak.

A fonalkák összehúzódását legjobban Engelmannak úgynevezett inotagma-elméletével magyarázhatjuk meg. A fonalkák, fibrillumok inotagmákból, más néven izotagmákból állanak. (Tagma, először Pfeffer által alkalmazva = rendezmény, csoport, mely nagyobb számu, esetleg különnemű moleculát tartalmaz). Ez inotagmák nyugvó állapotban hosszukásak (20—30-szor hosszabbak, mint vastagok) lennének, összehúzódás alkalmával ellenben közelebb jutnak a gömbalakhoz. Általában mind jellegzetesen positiv egytengelyű kettős fénytörést árulnak el. Szerkezetük a jegecekével párhuzamba állítható. Az inotagma alakváltozását duzzadásából, víz fölvétele által, magyarázzuk. S tényleg, az összehúzódott, erős contractióban levő protoplasmának ki tudták mutatni a rendesnél nagyobb víztartalmát. Bizonyos, hogy organikus rostok, nevezetesen növény-rostok vízfölvétel által rövidülnek. Ez alapon a contractio könnyen megérthető. Ha az összehúzókéony fibrillum egymás végtébe sorakoztatott hosszukás inotagmákból áll, s az inotagmák hosszanti tengelye duzzadásuk következtében rövidül, haránt átmérője ellenben növekszik, világos, hogy duzzadáskor, a térfogat növekedése mellett is, az egész fibrillumnak rövidülése fog beállani. De az inotagmák nem csak rostok képében helyezkednek el a protoplasmában, hanem szétszórva, szabálytalanul is. A legalsóbb rendű élőlények némelyikének (Protogenes, Protamoeba) is van homogén kéregrétege. Ebben nagyobb mennyiségű inotagma foglaltatik, melyek a sejt periferiájára főkép tangentialisan helyezkednek valószínűleg el. Azt ugyanis régen észrevették, hogy a test külső, világosabb rétege nagyobb fokú összehúzókéonyosság által tűnik ki.

Összefoglalva a mondottakat, az élő lények contractilitása a protoplasmába ágyalt ultramicroscopicus inotagmák duzzadékonyságával egyértelmű; az azok alakváltozásai által végzett munka eredője tűnik elének a sejtnék összes activ alakváltozásaiban, a látható mozgások nagy részében. A másik része, mint később kifejtendjük, a protoplasma áramlásain alapúl.

Hogy a sejtek alakja minő változásokon mehet köröszttül, arról e helyt nem sokat kell mondanunk; majd többé-kevésbbé gömbalakot, majd hosszukást mutatnak, nyújtványokat bocsátanak és vonnak be, melyek a fajok szerint különbözök.

Az alakváltoztatás folyamánya a hely-változtatás. Ennek legegyszerűbb módja az u. n. amoeboid mozgás. Különféleképen nyilvánúlhat, de magyarázatához nem szükség semmiféle külön szervet fölvennünk. Ugyancsak minden szerv nélkül történik, de már sokkal nehezebben magyarázható némely bacterium mozgása. Vitás kérdés egyébiránt, hogy van-e pl. a Mikrococcusoknak activ mozgó képességük, mert apró szemcsék, a minők azok, oly élénk passiv mozgást (Brown-féle moleculamozgást) mutatnak, hogy ettől, esetleges activ mozgásukat elkülöníteni nagyon nehéz. (Legújabban több nagyobb bacterium-fajon sikerült finom ostorszerű nyújtványt, mint a helyváltoztatás szervét, föltüntetni.)

Az amoeboid-mozgásnak legegyszerűbb alakja következőleg képzelhető. Tegyük föl, hogy a protoplasmarögöcske először egy, szabálytalan alakú nyújtványt bocsát. A hígabb belső protoplasma s a benne fölhalmozott szemcsék a corticalis testrétegnek e zsákszerű kitéremkedése felé fognak áramlani, s ez áramlás következtében, (melyet talán a kéreg-réteg összehúzódása is elősegít,) a nyújtvány zsákalakú, mindig nagyobb lesz; utójára az egész belső plasma ebbe a tömlőbe folyik át úgy, hogy ez által lassanként annyival halad előre a protoplasmának egész tömege, a minő hosszúvá tudott lenni a nyújtvány. Ez megtörténvén, a protoplasma-rög ismét többé-kevésbbé gömbölyű lesz, s a leirt folyamat esetleg újra kezdődik.

Másik módja az ily amoeboid-mozgásnak az, melyet a hosszabb nyújtványokat, az elágazó, u. n. gyökér-lábakat bocsátó fajokon tapasztalunk. Ilyenekből egy-egy pamatot bizonyos távolságig előre nyújtanak s azzal alkalmas helyen megtapadnak, és a nyújtványok összehúzódása, megrövidülése testük többi részét is előre vonja.

Míg a helyváltoztatás a sejtnek, mint egésznek, térbeli viszonyát a külvilághoz változtatja meg, addig más mozgások a sejt belsejében módosítják a részecskék relativ helyzetét. E belső mozgások mellett a külső alak megmaradhat változatlanul is, és rájuk a külső körülményeknek sincs szükségképi befolyásuk.

Ily mozgások az áramlások. Ezek irányát legtöbb esetben ama szemesék sorai jelzik, melyek bennök lebegnek. A gyökérlábakban egymást sűrűn követő szemesék haladnak egyik oldalon kifelé a nyujtvány végéig s, ott megfordulva, a másik oldalon vissza a protoplasma belsejébe. Oka lehet efféle áramlásnak a protoplasma szilárdabb állományának összehúzódása, a mely medréül szolgálhat a hígabbnak, pl. a sejt-nedvnek. Ily értelemben különböztetnek meg a protoplasmában *spongioplasmát*, a szilárdabb szivacsállományt, és *hyaloplasmát*, a szivacs üreiben keringő hígabb, üvegszerűen átlátszó állományt jelezni.

Áramok azonban a sejt belsejében összehúzódások, sőt egyáltalában minden praeformált meder nélkül is lehetségesek; sőt létrejöhetnek teljesen egyöntetű állományban is. Hogy ezt megérthessék, gondoljanak arra, a miről bizonyára hallottak, vagy a mit maguk is láttak: a tenger áramaira. A tengerben minden meder nélkül keringenek áramok; megszabott utakat követnek, ide-oda kanyarognak, de azért meglehetősen állandók: ha a tenger bizonyos árama ma a partnak egy meghatározott kiszögellését súrolta, valószínű, hogy holnap is a mellett fog elhaladni. Az áramokat a tengerben is a suspendált szilárd testek nagy mennyisége jellemzi. A tenger pelagikus állatvilágát főképp azokban kell keresnünk; a tenger fölületén levő úszadék is különösen azoknak futását mutatja, mivel, oda sodorva, ott gyűl meg.

Ily függetlenek a protoplasma áramai is minden praeformált medertől és némileg a többi állomány mozgásától is, mely módosíthatja ugyan, de elő nem idézi azokat, aminthogy a tenger áramai is bizonyos önállóságot tanúsítanak a fölszín fodrozatával s a szél irányával szemben. Ha a tenger fölszine fodros, akkor az áramok meszsziről, mint síma, fényes csíkok, tűnnek föl a homályosabb tükrön s arra nem ritkán czifra formákat írnak. Hasonló áramok lehetnek a sejt-nedvben is; de főként magában a protoplasmában keringenek. Hogy miért találjuk bennök a suspendált szemesék legnagyobb részét,

miért jelzik azok az áramot, azt hiszem, a tenger áramaira való tekintettel nem szorúl magyarázatra.

A sejtbeli áramlatok okai is analogoknak vehetők a tenger áramainak okaival. Lehet hő-különbség, különbség a sűrűségben, az electromotoricus erőknél a két pont között, a honnét s a hová az ár halad. Ily különbséteknek a protoplasmában mindúntalan létre kell jönniök, hiszen a protoplasma folytonos égésnek, hő-felzabadosulásnak és megkötésnek, chemiai átalakulásoknak, mágnességi ingadozásnak stb. színhelye. A mely pontján az égés gyorsabb, tehát a hőmérsék nagyobb, onnan áramlik a protoplasma más hely felé, a hol a belső hőmérsék csekélyebb, és így tovább.

A contractilitással összepárosított másik fogalom az irritabilitas, mely abban áll, hogy a környező medium minden változása változást okoz a protoplasma belső állapotában. A protoplasma ez érzékenységet a benne foglalt vegyületek labilis egyensúlya, változékonysága és bomlékonysága, teszi lehetővé.

A protoplasmában változást okozó külső tényezőket ingereknek nevezük, melyek lehetnek élettaniak, (physiologiaiak), midőn a protoplasma rendes életműködéseit szabályozzák, és lehetnek rendelkezések, illetőleg mesterségesek.

Az élettani ingerek közé tartozik a hőmérséknek, a fénynek s a környező medium összetételének változása stb. A hőmérsék emelkedése bizonyos határig általában gyorsítja a protoplasma élet-működéseit és mozgásait. A mozgások létrejöttéhez nélkülözhetetlen hőmérsék alsó határa meglehetősen közel 0°-hoz, valamivel e fölött van. Ha ez alá száll, akkor a protoplasma megmered, beáll a hidegségi meredtség (Kältestarre). Ha a medium 40 C°-on túlemelkedett, akkor beáll a meredtségnek egy másik neme, a melegségi (Wärmestarre). Addig, emelkedvén a hőmérsék, a protoplasma mozgásai is gyorsulnak. — Ha hosszabban e fokon fölül marad a hőmérsék, a protoplasma végkép elhal, de ha rövid idő alatt ismét alábbszáll, újból képes mozogni. 50°-nál a fehérje megalszik és beáll a halál-meredtség, mely többé nem enyészik el. Hasonlóan különbséget hoznak létre a protoplasma életműködéseiben a fény ingadozásai, a nap különböző szakai; máskép folynak azok éjjel, mint nappal, máskép sötétben, mint világosan.

A mesterséges ingerek közül, melyek összhúzóást idéznek elő,

kiemeljük a mechanikaiakat, továbbá a chemai és elektromos ingereket. Ide tartoznak még a hő és fény gyors, átmenet nélküli változásai is. Ha valamely amoebára hirtelen erős fény sugar-nyalábot vetünk, az erős inger gyanánt hat, és a protoplasma összehúzódik.

Az ingerek nyomán, mint az eddigiekből kitűnik, főleg összehúzódási tünetek válnak ki, vagy folyamatban lévő mozgások módosulnak. Az inger a protoplasmán belül physikai és chemiai elváltozásokat hoz létre, melyek összegét ingerületnek nevezzük. — Ez vagy közvetve, vagy közvetlen szolgáltatja az okot az összehúzódásra. Az összehúzódásnak, a mozgásnak, általában nagyobb mechanikai értéke van, mint az ingernek; maga az inger csak mint a munka kiváltója szerepel. (Mint a hogy pl. újjunk csekély mozditása elindítja az órát, mely aztán magától hosszan eljár.) E különbözetben, mely az inger és a létesült munka közt van, alapszik a sejt automatismusa, köznyelven akarata.

Az u. n. s p o n t a n (önkéntes) m o z g á s o k esetében is megvan az alkalmi inger, de o l y c s e k é l y, hogy észre sem vehető; nélküle azonban, benső okból, a sejt még sem változtathatná meg nyugalmi állapotát. Mozgását is csak annyiban, a mennyiben a fölszabadult erőforrás kimerülése vonja ezt maga után. Minden megelőző ingerület a protoplasmában bizonyos rezgéseket hozott volt létre; a rezgések, minimalis mozgások, nem szűnnek meg szükségkép mindjárt, hanem bizonyos utó-rezgéseket hagynak meg, többé-kevésbé állandókat, a protoplasmában. E rezgések összege, sajátos benső állapot, a sejt emlékezete. A különböző ingerületek utórezgései fölhalmozódhatnak a protoplasmában és az alkalmi, észrevehetetlenül csekély inger kiváltotta cselekvést módosíthatják, irányíthatják. Együttes hatásuk lesz az, a mit a sejt, az élőlény önálló cselekvései célzatosságának mondunk. Szólhatunk ily módon bizonyos tekintetben a sejt szellemi képességeiről is. Nem megyünk addig, hogy egy Protogenesnek lelkét tulajdonítsunk. Haeckel ugyan igen, a ki egy monographiájában a Mész-spongiák lelkének külön fejezetet szentel.

Nem vitatjuk, hogy a lelki működéssel járnak-e oly tünetmények, melyek függetlenek az anyagtól? Lehet, hogy igen; lehet, hogy nem. Mi csak arra törekszünk, hogy testi változások okbeli kapcsolatát ismerjük meg. Ez a legegyszerűbb viszonyok között látszik legkönnyebben elérhetőnek. Azért érdekelnek minket a Monerek szellemi működései, mert bennük az élet máskülönben is a lehető legegyszerűbben

folyik le. Tőlük akarjuk tehát megtudni, hogyan gondolkozunk mi magunk, s ebben az önmegalázásban nyilvánul az emberi szellemnek egyik legnagyobb diadala!

Térjünk vissza arra a pontra, a honnan az élettüneteményeknek tárgyalásához kiindultunk. Mondhatjuk-e már most, hogy a sejtnék valamely formált részecskéje él? Az előrebocsátottak után talán több jogunk van e tekintetben ítéletet mondani.

Formált részek gyanánt találunk ugyanis a sejtben fonalakokat (plastidula), melyek reczékké bonyolulhatnak; találunk szemcséket (granula), melyek egymás után sorakozhatnak és így, ha aprók és szorosan egymáshoz tapadnak, együttesen azok is tüntethetnek föl fonalakat. Vannak aztán vacuolumok, kisebbek-nagyobbak és különböző természetűek. Különbséget tesznek a sejtben némelyek, élükön Leydiggel, a már említett spongioplasma, (formált gerendázat, szivacsállomány), és a hyaloplasma között (folyékony, önálló alakulat nélküli nedv- vagy üvegplasma); helyzeti viszonyuk az, mint a minőben van a szivacshoz a fölszívott víz. A hyaloplasmát állítja Leydig a sejtben tulajdonkép élőnek, a primum agensnek, míg a protoplasma élettelen volna s a hyaloplasma mellett csak passive szerepelne.

Ha a Monerek vacuolumait megfigyeljük, kitűnik, hogy ezek csöppjei csupán a protoplasma testében meggyülemlett folyadékoknak, melyek valószínűleg eltávolítandó bomlási termények oldatai. Hogy külön falazatot veszünk észre rajtok, az lehet optikai csalódás is. Ha különböző sűrűségű és fénytörésű közegek érintkeznek egymással, akkor a határfelület sötétebb vonalként mutatkozik. Lehet továbbá, hogy ez a látszólagos fal csak az illető, már idegen folyadékkal való érintkezés következtében lép föl, mint a környező protoplasmának ideiglenes átalakulása, védekezése. Mihelyt a vacuolum tartalma kiküszöböltetik, falzata is elvész nyomtalanul. A protoplasmában fordulhat nagyobb számú kis vacuolum elő, s ezek, a protoplasmát homályossá tevén, azt a benyomást keltik, mintha szilárd szemcsék volnának. És valóban, állítólagos granulák egy része apró vacuolum; a másik ellenben szilárdabb, csakugyan formált valami.

A spongioplasma, nézetünk szerint nemcsak hogy nem élettelen, hanem ez az, a mit eddig a tulajdonképeni protoplasmának neveztünk, a primum agens; a hyaloplasma pedig csak sejt-termék, pl. sejtnedv. Hogy az előbb említett Leydig-féle elméletet el ne fogadjuk, arra okunk nemcsak az, hogy az activ mozgás mindig a spongio-

plasmán észlelhető. Mert látszólagos activ mozgást élettelen anyagon is idézhetünk elő. Ha pl. enyvet keverünk össze apró tus-szemcsékkel és ebből valamely só-oldatban mikroskopi csöppököt vizsgálunk, akkor a szerint, a mily gyorsasággal megy végbe a diffusio, látunk a csöppön energikus, vagy lanyha mozgásokat. Ha lassú a diffusió, csupán a tus-szemcsék folytatnak lengedező molekularis mozgást. Ha erősebb, akkor a csöpp alakja is mindúntalan változik, majd hosszukás, majd gömbölyded lesz, majd itt támad nyujtványa, majd ott; szóval, egészen úgy viselkedik, mint valami Amoeba. Ujabban Bütschli készített olajszappanból apró habcsöppököt, melyek glicerinben szintén oly mozgásokat vittek véghez, mint a protoplasma. A hő és világosság változásai is ép oly befolyással voltak azokra, mint a protoplasmáéira. (E mozgások azonban csak az alakot változtatják, továbbítani nem képesek a csöppöt.) A hyaloplasma-elmélet mellett is lehetséges volna tehát a spongioplasma mozgásait tisztán physikai tünetekre vezetni vissza; de ha elfogadnók, halomra dőlné az egész sejt-elmélet; mert akkor azt kellene vallanunk, hogy az élet formálatlan folyadékknak a tulajdonsága, s az előanyag szabadon kering az egész testben. Ezt elfogadni pedig annyit jelentene, hogy a Schwann óta föllállított és annyi dicsőséggel, oly tökélyre vitt sejtelméletet elvetjük a nélkül, hogy érte csak távolról is kielégítő, vagy észszerű kárpótlást nyernénk.

A sejt alakelemeit tovább nézván, a fonalak és szemcsék növekszenek is; ez a növekvés azonban legfőlebb *intussusceptio* és nem *assimilatio* útján történik. A sejt-fal és a keményítőszemcse is ily módon növekszik, t. i. az állományához hasonló elemi részek a protoplasmában képződnek és onnét jutnak be, mint kész, kikülönített micellumok a sejt-fal vagy amyllum-testecske többi molecula-csoportja közé. Oszthatnak is e granulák és plastidulák; de az ilyen osztódás nem szaporodás, hanem szétesés ép úgy, mint ha mikroskop alatt az olaj-csöppöt a fedőlemezre gyakorolt nyomással szétzúzzuk és az egy helyébe két, négy vagy még több gömböcskét kapunk. Alakváltozásokat is észlelünk a fonalakon és szemcséken, de ezek csak a diffusiót, duzzadást, vagy zsúgorodást kísérő jelenségek. Helyváltoztatásuk szintén mindig passiv mozgás, és az őket tova hordó áramlásokra vezethető vissza. A granulák megtorlódása az áramban hozza létre a pálczikákat; ha az áram egy irányban kering tovább, a pálczika halad a maga egészében;

ha iránya vagy gyorsasága változik, változik a pálczika mozgásának iránya és gyorsasága is, s az ugyanekkor alkotó granuláira szét is eshetik.

Néhány régi bűvár már a múlt században, minden élő alakzatot granulákra akart visszavezetni; sőt a granulákat tekintette az élet elemi tulajdonosainak. Vannak, a kik ujabbán is visszatértek ez álláspontra. Béchamp és Estor azt hiszik, hogy a sejtben levő granulák és plastidulák megfelelnek a mikrococcusoknak és bacteriumoknak; hogy, szétesvén a sejt, külön is élhetnek azok módjára tovább. Nézetük azonban hibás észleleteken alapszik. Sokkal elfogadhatóbb e nemben az Altmann granulá elmélete, a ki az elemi élő szemcsék régi tanának modern apostola. Azt tanítja, hogy a sejtek még nem az elemi szervezetek, hanem már coloniái a tulajdonképi elementáris organismusoknak, s e coloniák meghatározott törvények szerint alakultak. A sejtek a granulák csoportosulásából származtak, de nem származnak ma is még. E mód a szerves élet történetének csak bizonyos régmúlt szakáiban dívott. Azok a granulák, melyek jelenleg valamely sejtben vannak, abból kiszabadulva, önálló életet nem folytathatnak. Sejt ma már csak sejtből jöhet létre; de viszont a sejten belül granula csak granulából.

Ily megszorítás mellett is csak az a tényleges alapja van a granula-elméletnek, hogy jelenlétüket, mint protoplasma-részecskéket, constatálhatjuk és elmondhatjuk, hogy a sejtben nem formáltak mellett formált részek is vannak. De nem mindig és nem szükségképen! Altmann a maga grannuláit főleg oly sejtekben mutatta ki, melyekben sok sejttermék van fölhalmazva, s így nincs kizárva a lehetőség, a granulákat — legalább az esetek nagy részében — protoplasmatermékeknek: reserv tápanyagnak, secretumnak stb. tartani.

Mind e nézetekkel szemben föntarthatjuk tehát állításunkat, hogy a Monerek, mint legegyszerűbb sejtek, csak a magok egészében élnek s életképességük megcsorbitása nélkül mesterségesen nem oszthatók.

Áttérünk most egy fokkal magasabb rendű élőlényekre, a maggal ellátott tulajdonképeni sejtekre, melyek cellula néven (Kölliker szerint magos protoblast) a magnélküli cytodokkal (magotlan protoblast) szembe állíthatók.

(Folytatása következik.)