

# ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

A KOLOZSVÁRI ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT ÉS AZ  
ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁ-  
LYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁS AIRÓL.

## III. NÉPSZERŰ ELŐADÁS.

---

VI. kötet.

1884.

1. szám.

---

A SYMBIOSIS NÖVÉNY- S ÁLLATTANI TEKINTETBEN.\*)

*Parádi Kálmán tanártól.*

A mai természetvizsgálók törekvései a tudományágak határvo-  
nalain, a végpontok kérdéseiben összpontosulnak. Itt kínálkoznak kies  
mezők és kecsesített feladatok, melyeknek meghódítása s megvilá-  
gítása nem egy ismeretágnak, hanem egész tudománycsoportoknak  
lendületet ad.

Határszéli vizsgálatok folytán fejlett ki a közelmúlt évtizedben  
botanikusok és zoologok, anatomok és physiologok között az az élénk  
eszmeesere a sejttan terén, mely igen örvendetes eredménnyel, a  
sejtosztódás folyamatainak ismeretével gazdagította a tudományt. A  
hírhedt Bacteriumok s általán a sokféle betegséget okozó hasadó-  
gombák komolyan s egyaránt foglalkoztatják az orvosokat meg a  
növénytudósokat. És hogy más tudománykörből vett példával is tá-  
mogassam állításomat, a spectralanalysisre hívom fel becses figyel-  
mököt, mint a melynek alkalmazásával kezdődik a vegy- s termé-  
szettan meg a csillagászat fényes sikereinek és nagy haladásainak  
korszaka.

Ily törekvések s ily közvetítő buvárlatok kiható eredmény nél-  
kül nem maradhatnak. Termékenyítő hatásaik alatt szemlátomást nö-  
vekednek az egyes tudományágak; határaik átterjednek a rokon tu-

---

\*) Mutatványokkal kísérve előadatott az 1884. évi február 22-én tartott  
természettudományi estélyen.

dománykörök területeire is; a választófalak leomlanak s annál kisebbre porladnak, mentől általánosabb s mentől magasabb feladatokkal foglalkozik sikeresen a tudomány.

Ime, a természetrajzi tudományban a közelmúlt időben kiváltképpen két irány uralkodott. Az egyik, a morphologiai irány, tisztán alaknak tekintette a szervezetet, de az alak megértésével nem törődött, az alakváltozásnak külső viszonyok szerint való magyarázatába nem bocsátkozott. A másik, a physiologiai irány, a szervezetben élő gépet látott s e gépnek működését kutatta, e mellett azonban elhanyagolta a működés s az illető szervezet alkata közt levő összefüggés kiderítését.

E szembetűnő egyoldalúság ma már ki van egyenlítve, a választó-fal leontva: a két irány egyesüléséből származott napjainkban, kivált Darwin úttörő vizsgálatai következtében, egy harmadik, a biologiai irány, mely magasabb színvonalra emelte s oknyomozó tudományyá avatta a természetrajzot. S ha valamely irány helyességét az általa elért eredményekből meg lehet itélni, akkor teljes elismerés s méltánylás illeti a biologiai irányt, mert vívmányai jelentősek és tekintélyes számúak.

E modern vívmányok közt találjuk jelen értekezésem tárgyát: a symbiosis magyarázatát is, mely egészében, egyszerűen s tanulságosan illusztrálja a biologiai szempontból való felfogást; illusztrálja különösen azt, hogy a szervezetek életének s életmódjának tanulmányozásában nem elégedhetünk meg a tények pusztá leírásával, hanem a tények „miért“-jét, az okait is kell kutatnunk; illusztrálja az oknyomozás módját, de nem a természetböleselőkét, kik mindig a magaslaton szeretnek járni s tömérdek időt töltenek el a gondolatok utáni várakozásban, hanem a modern természettudományét, mely szerint az igaz természettudós bezárkózik egy szűk tény körébe, lelke egész erejével elmereng rajta s nyugodtan bevárja, míg a szűk tények útján feljut az általános nézetek magaslatára.

A mai Biologia álláspontjára függesztett tekintettel megkísértem tehát a symbiosis magyarázatát adni.

A symbiosis neve idegenül hangzik ugyan, de az alatta értenődő életviszonyok régiek s közönségesek. Valóban csodálni lehet, hogy napjainkig kellett érlelődnie a természettudományi felfogásnak, hogy elhiggye s bizonyosnak tartsa, miként tudalmatlan szervezetek

is állhatnak kölcsönösen egymás szolgálatában s köthetnek életszövetséget kényelmük s önbiztonságuk előmozdítása végett.

A symbiosis tulajdonképen együttélést jelent, s De Bary, strassburgi növénytudós, ki e műkifejezést alkotta, általa a különböző szervezetek törvényes együttélését kívánta kifejezni. Szerinte a symbiosis kötelékeibe léphetnek úgy az állat-, mint a növényország különböző családjainak és különböző osztályainak tagjai.

De, hogy teljesen megértsük a De Bary-féle műkifejezést, pillantsunk be a természet nagy háztartásába; győződjünk meg a zürzavarosnak látszó életmozgalom rendjéről! E rend annál bámulatosabb, minél jobban mélyedünk bele. Legott feltűnik, hogy némely növények és némely állatok élete oly szorosan van mások léte- s életéhez kötve, hogy ezek hiányában elpusztulnak vagy csak nyomorulttan tengethetik életüket, mert részint annyira tehetetlen alkotásuk, hogy eledelőket nem tudják beszerezni; részint olyanok, hogy — küzdőszervek nélkül szűkölködvén — magukat meg nem védhetik, az ellenséges támadásokat vissza nem verhetik, szóval ők ügyefogyott mostohái az anyatermészetnek, kik az élet küzdelmeivel nem bírnak szembeszállani. A részökre jutott ösztönnél fogva aként pótolják ki hiányaikat, hogy együttélnek más szervezetekkel s tőlük függenek.

Az ilyen együttélést élődiségnek vagy parasitismusnak szokás nevezni. Ennél a függés egyoldalú, t. i. az együttélő teremtmények közül csak az egyik, az élődi, híz hasznot a symbiosisból; a másik, az úgynevezett gazda, egészen önálló s független életet folytat. Egy bélféreg p. o. vigan él s módja szerint szaporodik gazdája belszerveiben, de egyszerre pusztulásnak indul, a mint gazdája meghal, vagy a mint attól valami úton-módon elszakittatik. Ellenben a független gazda épen nem vallja kárát vendége eltávozásának, mert tőle viszontszolgálat fejében mit sem élvez, de sőt táplálkozásában zavarva s élete fenyegetve van általa.

E kiseded rajzból is nyilván látható, hogy az élődiség egyike azon jelenségeknek, melyeket De Bary symbiosis néven nevez. Esetei igen érdekesek és tanulságosak, mindazonáltal, tekintettel a rendelkezésemre álló csekély időre, ezúttal figyelmen kívül kell hagynom azokat, hogy a symbiosisnak egy másik alakját, a kölcsönös használhatóságon alapuló együttélést, annál tüzetesebben felfejt-  
hessem.

Vannak ugyanis teremtmények, melyek az egymásban felfedezett előnyök miatt szövetkeznek együttélésre, mi által életfeltételeiket kölcsönösen előmozdítják s biztosítják. Az ilyenek közt aztán oly viszony keletkezik, a milyen van p. o. két üzlettárs között, kik egy jól berendezett üzletben a nekik adott tehetség s ügyesség mértéke szerint fáradnak, munkájokban egymást támogatják és a haszonban becsületesen osztoznak.

Legyen szabad nekem e viszonyt a remete-rák s üzlettársa ismeretes esetével illusztrálnom.

A remete-rák (*Pagurus Bernhardus*) közeli rokona a mi folyami rákunknak, meg is egyezik vele alkotására nézve, csakhogy tengeri lakó s hogy potroha puha, könnyen sebezhető, a miért üres csigahéjba rejtőzik, melyet aztán kalandozásaiban magával cipel, mint egy élő esiga a saját házát. Ha e hajlékot teste növekedtével szűknek érzi, egyszerűen fölcseréli azt egy másikkal, illetőleg egy nagyobbbal, úgy, hogy egész életét, mint valami középkori lovag, nehéz fegyverzetben s erős várban tölti el. Akadt egy meghitt fegyvernöke is az *Adamsia palliata* nevű tengeri rózsában. Mindkettőjüket a symbiosis viszonyai fűzik egymáshoz.

A nevezett tengeri rózsza (virágállat) mint valami narancesszinű, piros-pettyes süveg ül a durva csigahéjon, beborítva a nyílás tájékát, a melyen hatalmas ollóit és fejét kimeresztve tartja a remeterák. Eként viteti magát a helyváltoztatásra képtelen tengeri rózsza a remeterák által a legváltozatosabb körülmények közé, hol bőséges tápláléknak juthat birtokába fogó-karjai segítségével, különösen akkor, a mikor a remeterák helylyel-közzel jól felkavarja lábaival a tengeri fővényt. De viszont a tengeri rózsza sem háládatlan útitárs; ő a vitelbér fejében és a tápszerzés előnyeiért, gyengéd alkotása daczára is, hathatós védelmezője a remetének. Teste rakva van csalánszervekkel; ezek a legkisebb izgatásra is kilökik csalánzó fonalaikat s a csalánégetéshez hasonló gyúladást okoznak a tengeri állatokon, minélfogva a remeterák ellenségeit is tisztos távolban tartják.

Nem egy észlelet és nem egy kísérlet bizonyítja, hogy e különböző típusokhoz tartozó két állat közt fennálló életszövetség igen erős alapokon nyugszik. A hol csak előfordulnak, mindenütt együtt találhatnák. A tengeri rózsza önmagára meg sem élhet; tönkremegy kevés idő alatt, ha a csigahéjról erőszakosan leválasztjuk.



A remeterák és a tengeri rózsza symbiosisához hasonló eset nem egy van már feljegyezve. Az érdekesnél érdekesebb esetek közül én csupán még egyet kívánok felemlíteni, és pedig egy olyat, mely egy növény- meg egy állat-faj kölcsönös szolgálattételén alapszik.

Délamerika erdeiben él egy gyorsan növő fa, melyet óriási gyertyatartó alakja után Imbauba, vagyis csillárfának neveznek. Ezzel véd- és dacz-szövetséget kötött (Müller Frigyes természettudós észleletei szerint) egy ugyanott élő apró fekete hangya: az Azteka instabilis. A fa hajlékot nyújt a hangyának törzse belsejében. Törzse üres s rekeszekre osztott; e rekeszekből finom csövecskék vezetnek ki a felszínre, a melyekben a hangyák kártétel nélkül ki- s bejárhatnak. De táplálékot is nyújt a csillárfa apró zselléreinek. Ugyanis, a fa ágainak mindenik csúcsán esokrot alkotó, néhány nagy levelet hordoz, melyeknek nyelei töben bársonyszerű vánkossá vastagodtak. E vánkosokon igen tápdús fehér gömböcskék teremnek. Ezeket az Aztek-hangyák nagyon szeretik s azért gondosan learatják s megeszik, vagy kamráikban felhalmozzák. Az élvezett jótémenyért pedig megvédik a csillárfát a levélfürészelő hangyák veszélyes megtámadásai ellen, mint a melyek ott nagy rajokban meglepik a védetlen fákat, leveleiket lerágnák s eként kicsi idő alatt nagy pusztulásokat okoznak.

A kölcsönösség e szép s tisztos viszonya nem valami esetleges, könnyen elenyésző játéka a természetnek, hanem kemény megpróbáltatások folytán lassanként kifejlett megszokások állandó eredménye. Hiszen, a szervezetek képesek a soha nem szünő életharczban felhasználni a kínálkozó előnyöket; képesek s törekszenek is ellentállhatatlanul a természetben netán üresen álló helyeket elfoglalni és a kedvezőknél kedvezőbb körülmények közé helyezkedni, a hol aztán a változott viszonyoknak megfelelő életmódot kezdenek, új szokásokat öltenek, melyek idővel egész lényöket s szerveiket sajátságosan átídomítják.

A symbiosis viszonyai tehát alkalmazkodásból erednek és ezen alkalmazkodás annyira mehet, — kivált az alsórendűeknél — hogy benső s igazán szervi képesek keletkezvén az együttélők közt, a kétféle lény egyetlen egy szervezetnek, egységes alkotású egy fajnak látszik.

Sok szervezetnek valóban egységes alkotása e mai napig sincs tisztába hozva és bebizonyítva. Az előbb felhozott példák ilyenmő kételyt nem ébresztenek, mivel mindegyikünk könnyen meg tudja különböztetni a remeterákot a tengeri rózsától, a csillárfát a hangyáktól és nincs is okunk kételkedni a nevezett teremtmények önállóságán.

De felmerül az egységesség kérdése, ha a symbiosisban lévő szervezetek közül az egyik, vagy éppen mind a kettő igen egyszerű alkotású; tehát fölmerül az állat- s növényország véghatárain álló szervezetek társas előfordulásainak méltatásakor! Itt a kutatásnak még tág tere van, noha De Bary, Schwendener és Entz Géza úttörő felfedezéseikkel már megvilágosították az irányt és elveit.

Ismerjünk meg néhányat ezen legújabbban földerített esetek közül is! Előbb, azonban, nem lesz fölösleges igazi jelentőségük megértése érdekében kissé körültekinteni a növényország véghatárain álló szervezetek sorain és megtudni, hogy mik azok az egysejtő növények, melyek önálló életet folytathatnak nyirkos, nedves tárgyakon és vizekben? A tudomány algáknak (moszatoknak) nevezi, a köznép „b é k a n y á l”-nak; mik s milyenek tehát az egysejtő algák?

E kérdést fel kellett vetnem és pedig egész általánosságban, mivel különböző egysejtő algák találhatnak symbiosisban más szervezetekkel s mivel mindannyian megegyeznek lényeges tulajdonságaikra s életmódjukra nézve egymással, akár önállóan s elszigetelten, akár más növényekben avagy éppen állatokban éljenek is.

Az egysejtő algák, melyeknek ismeretére fejtegetésünk további folyamában szükségünk lesz, átlagvéve igen apró, szabad szemmel egyenként meg nem különböztethető gömböcskék. Testök áll valami élő állományból, melyet protoplasmának neveznek; ennek belsejében van egy többnyire bajosan kivehető testecs: a mag. Az egészet körülveszi egy hártyanemő sejttel, mely celluloséből áll s ez majd vastag s szilárd, majd nyálkás állományú is lehet. E kised szervezetek oszlás által szaporodnak, még pedig rendszeren vagy egy harántbarázda által két részre, vagy két egymást derékszög alatt szelő barázda által egyszerre négy, csakhamar elgömbölyödő részre osztatnak. Kedvező körülmények közt igen gyorsan történik az oszlásuk s annál fogva tömérdekségökben szabad szemmel is látható foltokat ké-

peznek a vizek tükrén és nyirkos tárgyakon, a köznép előtt is ismeretes békanyálat!

Fontos és nevezetes szerepre hivatott tartalmuk a levélzöld, (chlorophyll), ritkábban valami sárga, barna, vagy éppen veres színanyag. Zöld színanyagukat a tudomány azért nevezi levélzöldnek v. chlorophyllnak, mert a magasabbrangú növények zöld részeiben, nevezetesen a leveleikben, éppen olyan minőségű színanyag szerepel. A sárga, barna és veres színanyagok chemiai rokonságban állanak a levélzölddel, s nem egyebek, mint annak változatai.

Az apró keményítő testeceket és az olajcseppeket sem hagyhatjuk figyelmen kívül, mint a melyek szintén tartalomrészeit teszik az algasejteknek.

A keményítő s a levélzöld benső összeköttetésben áll az algák táplálkozásmódjával s azért a m. tt. h. becses figyelmét különösen is felhívom rájuk. Az algák táplálkozásmódjának ismerete nélkül meg nem érthetnők az algasymbiosisok igazi jelentőségét; meg nem tudnók magyarázni magunknak, hogy miért szövetkeznek bizonyos gombák bizonyos egysejtű algákkal?

A midőn e kitérésemért szives elnézésöket kérem s az algák táplálkozási viszonyait újra is felszínre hozom, sietek ezekből a csak éppen idetartozókat kiemelni s mintegy tételelesen kimondani, hogy az egysejtű algák táplálkozása s anyagcseréje mindenben megegyezik a többi növényekével. Valamint egy terebélyes élő fának megvan az a tulajdonsága, hogy szervesetlen vegyületekből előállíthat szerveseket, hogy a környezetéből felvehet táplálékot, legfőképen szénsavat, hogy a felvett szénsavat felbonthatja és szenét keményítő, cukor s más vegyületek képzésére használja fel: úgy megvan az arravaló képesség az egysejtű algákban is. Nemcsak a terebélyes fák javítják — mint mondani szokás — a levegőt, de javítják az egysejtű algák is, mert ők is élenyt fejlesztenek a piczi testökben végbemenő áthasonítás következtében. Náluk is a szénsav átalakulása, az áthasonítás folyamata, csak a napvilág behatása alatt történik meg; s e műveletet nem az egész sejt végzi, hanem egyesegyedül a levélzöld, vagy, a hol ez más színű, a sárga, barna, veres színanyag, mint a levélzöld változata. Levélzöld nélkül nem bontathatik fel a szénsav, nincs áthasonítás, a mint ezt a gombák élődisége eléggé bizonyítja.

A táplálkozás eme folyamatára nézve az algák s általában véve a növények lényegileg különböznek az állatoktól; ők ezeknek

mintegy ellentétét képezik. Az állatok nem képesek s épen a levélzöld hiánya miatt nem képesek keményítőt, cukrot s más szerves anyagokat előállítani sejtjeikben; ők a növényekre vannak utálva s alapjában a növények készítette szerves anyagokkal táplálkoznak, minél fogva a növényi anyagokban felhalmozott lappangó erők állati életnyilvánulásokban lesznek elevenekké. Erre az állatok a levegő élenyét használják fel, a kívülről felvett szerves anyagokat élenyítik, élenydúsakká teszik és e lassú égés folyamatainak salakjai közt főleg a szénsav az, mely megfertözi a levegőt: az állatok tehát rontják a levegőt.

A növények és az állatok közti ellentétet a táplálkozás folyamatára nézve, nagyobb világosság kedvéért, röviden így mondhatjuk ki: a növények szerves anyagokat termelnek, szén-savat fogyasztanak és élenyt fejlesztenek; ellenben az állatok felemésztik a szerves anyagokat, élenyt fogyasztanak és szén-savat fejlesztenek. A növények tehát kiválóan élenytelenítő, az állatok pedig élenyítő szervezetek és a növény-, meg az állatország egymáshoz oly viszonyban állanak, hogy egyik a másiknak létét és fennmaradását föltételezi.

Immár fölvehetjük magyarázatunk elejtett fonalát s tovább folytathatjuk kutatásainkat az algasymbiosisok terén.

Fönnebb érintém, hogy az algák nemesak növényekkel, hanem állatokkal is léphetnek a symbiosis kötelékeibe. Ehez képest azon igyekszem, hogy az algasymbiosis mindkét csoportjából megfelelő eseteket hozzak fel. Következzenek tehát — a felfedezés történeti rendje szerint — előbb az algáknak a gombákkal való symbiosisai!

E symbiosis tárgyai annyira közönségesek, hogy nincs iskolás gyermek, a ki azokat nem ismerné. A „Lichen“ és az „izlandi moha“ ismeretes a gazdasszonyok előtt is. Ki nem látta volna még az erdők s a gyümölcsösök fáin, ezeknek törzsein s ágain azokat a szürke, szakállszerű képződményeket, azokat a sárga-barna lepényeket, melyek télnak idején is megállják helyüket és szépen diszlenek? Ki nem látott volna még régi kerteléseken, ódon falakon és sziklákön tarkaékességű bevonatokat? Mindezek „Lichen“-ek, azaz zuzmók.

Ezelőtt 20 évvel még valóságos merényletnek tartották a zuzmókkal tüzetesen foglalkozó „Lichenologok“ De Bary és Schwendener állításait, melyekkel e tudósok a zuzmók egységes alkotását és



önállóságát kétségbe vonták. Ma már nem a felfogás dolga, hanem bebizonyított tény s tudományos alapokon nyugvó igazság az, hogy a zuzmók nem egységes alkotású szervezetek, nem önálló növények, mivel telepjeiket a növényország két különböző osztályába tartozó teremtmények, nevezetesen algák és gombák együtt alkotják.

A zuzmótelepek javarészét egy gomba képezi, hosszúra nyúlt, szintelen (mert levélzöld nélküli) sejtjeivel, melyek összevissza szövődött olyanforma fonadékot alkotnak, melyet a penészek erjedő és rothadó szerves anyagokon szoktak alkotni. E fonadék üregeiben ülnek a zöldes v. kékeszöld színű algasejtek, melyeket a tudományban már régebben fölvett névvel telepesiráknak (Gonidium) neveznek. Mivelhogy az eként szövetkezett kétféle szervezet, az alga úgy, mint a gomba, sejtosztódás folytán gyarapszik: igen természetesnek találjuk a zuzmótelep növekedését is. De mi sem mutatja tisztábban a zuzmók kettős természetét, mint az új telepek keletkezése s illetve elszaporodásuk. Ugyanis, a gombafonadék egyes helyein serlegeszerű tenyésztő szervek keletkeznek s e serlegeknek tömlőiben képződnek ki, megszámlálhatatlan sokaságban, az igazi szaporodó szervek: a spórák. Ha az ilyen gombaspórák a tömlőkből, melyekben lettek, kiszóratnak s valami nyirkos helyre kerülnek, legott csiriznek és fonadékos teleppé nőnek meg, a nélkül, hogy zöldszínű algasejtekkel társultak volna s a nélkül, hogy ilyenek bennök találhatnának. Azonban az ilyen telepek élete csakhamar lejár, ha valami úton-módon algasejtek nem kerülnek közéjük. Ezen eset nyilván arra mutat, hogy a zöldszínű algasejtek nem keletkeznek a gombafonadékból, hanem egyesegyedül algaelődeikből osztlás folytán. Így tehát minden új zuzmótelep két tényező együttállításából, egy gombaspóra és egy algasejt symbiosisából származik.

Stahl jeni tanárnak sikerült kísérleti úton mesterségesen előállítani egy zuzmótelepet az által, hogy az egyik telepnek gombaspóráit egy másfajtabelinek algasejtjeivel együtt elvetette egy kedvezőleg nyirkos helyre, hol ezek kiesiráztak, osztódva növekedtek és hetekig együtt tenészttek.

Hogy a zuzmótelep kétféle egyéneit a symbiosis kötelékei fűzik egybe, ahoz kétség nem fér. Csak a viszony alakja igényel bővebb indokolást: ha valjon nem élődiség-e?

Az algákról (telepesirák, gonidiumok) már tudjuk, hogy magukra, önállólag is megélhetnek, a mennyiben képesek levélzöld-tartalmuknál fogva a szénsav szenét áthasonítani testük részeivé. Ennélfogva ők a zuzmótelepektől különváltan is tenyészhetnek és valóban tenyésznek is, a mint ezt számos kísérlet is bizonyítja. De a zuzmógombák életképessége korlátozottabb; ők magukra meg nem élhetnek. Életük veszélyeztetve van és el is pusztulnak, ha idején valami szerves állományra nem telepedhetnek.

A zuzmótelepek gombái nemcsak hogy rátelepednek az algákra, hanem valósággal körülövik is azokat, úgy, hogy a tápkészítő algák, mint betolakodott zsellérek ülnek a telepben. Ily védett helyzetben és ily nagyterjedelmű összeköttetés mellett az algasejtek nem egy könnyen szenvednek hiányt vízben és ásványi anyagokban, hiszen a gombafonadék, mint nedvhúzó s szivárogtató készülék, folytonosan működik.

A körülmények illetően állása mellett akármely zuzmótelep nem egyéb, mint egy alga- és egy gombafaj consortiuma, mely közösügyes gazdaságot folytat, melynek egyénei biológiai tekintetben egymásra vannak utalva s egymástól kölcsönösen függenek; önfentartásuk és szaporodásuk érdekében egyaránt közreműködnek. Téri kiterjedés s illetve topographiai tekintetben a gomba a szállásadó, az algasejtek pedig a zsellérek. Ezek a szállásnak, a szállásadó pedig zselléreinek veszi hasznát, tehát a szolgáltatétel kölcsönös.

E sajátságos alkotás és életmód magyarázatában egyszersmind adva van a zuzmók rendszertani helye is. Önálló növénykört, mint a régmúltban, nem képezhetnek, mivel nem egységes alkotásuk. Gomba-egyéniségöknél fogva legjobban hasonlítanak a tömlőgombákhoz (Ascomycetes), mint a melyek spóráikat szintén bizonyos serlegek tömlőiben termelik (Peziza), úgy, hogy ha algákat nem rejtenének magukban, azok közé kellene soroznunk; de így, tekintve az algákkal való közösségüket, a legtöbb növénytudós a gombák és az algák közt álló alakoknak tekinti őket.

E symbiosis, melynek felismerése rendszertani megbontást vont maga után, nagy jelentőségű ugyan két osztályra nézve, de nem egyedüli az összes növények sorában, melyet a kölcsönös szolgáltat-

tétel viszonyainak illusztrálására felhozhattam. A növényország szép és sokféle üzleteiben bizony nem egy esetre találunk, ha körútunkat tovább folytatnók. Ámde nekünk, a symbiosis kettős országglása miatt, hogy ép benyomást vigyünk e helyről, még be kell tekintelnünk az állatország üzleteibe is; még fel kell emelkednünk az áttekintés magaslatára: azért bátorkodom, a részletek halmazát kerülve, a m. t. h. szives figyelmét az eddigiéknél bonyolultabb, de utolsó esetre: az alsóbbbrangú állatoknak az algákkal való symbiosisára felhívni.

A symbiosis ezen esete minket, kolozsváriakat, két szempontból érdekelhet: először, mert valóban tudományos becsű; s másodsor, mert társulatunk egyik tagja s kolozsvári egyetemi tanár adta legelsőbbben okfejtő magyarázatát, kit ezért a külföldi szakfolyóiratokban és ismeretterjesztő lapokban teljes elismeréssel idéznek. A tényállítás a következő.

Már régtől fogva ismeretes, hogy némely alsóbbbrangú állat a növények levélzöld-testecseivel megegyező gömböcskéket tartalmaz, így a csillagférgék (Gephyrei) osztályához tartozó *Bonellia viridis*, több örvényféreg (Turbellarii), az édesvízi *Hydra viridis* s végre igen számos csillószőrös ázalékállatka (Infusoria) és gyökérlábú (Rhizopoda). Azonban, a zöld testecsek természetéről és keletkezéséről semmi bizonyosat sem tudtunk.

A zöld testecsek természete s képződése iránti kérdés függőben volt, midőn Entz Géza kolozsvári egyetemi tanár az 1876-ik év elején közzé teszi vala az alsóbbbrangú állatoknál előforduló levélzöld-testecsekre vonatkozó bűvárlatait.<sup>1)</sup>

Entz Géza tanár göresövi vizsgálatai folytán arra a meggyőződésre jött, hogy a levélzöld-testecsek jelenléte az ázalékállatoknak nem egy bizonyos csoportját jellemzi, a mint ezt Ehrenberg hitte, hanem, hogy a legkülönbözőbb családokban fordulnak elő le-

<sup>1)</sup> Dr. Entz Géza: Az alsóbbbrangú állatoknál előforduló levélzöld-testecskék természete. Kolozsvári Orv.-természettudományi Ertesítő. 1876. február 25-én tartott szakulése.

Dr. Géza Entz: Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere. Biologisches Centralblatt. Bd. I. pag. 646. 1882

Dr. Géza Entz: Das Consortialverhältniss von Algen und Thieren. Biologisches Centralblatt. Bd. II. pag. 451.

levélzöld-testecseket tartalmazó fajok, a miért is e testecsek jelenléte vagy hiánya faji jellegül fel nem használható. Némely fajok rendszeren levélzöld-testecseket tartalmaznak és csupán kivételesen egészen szintelenek; mások ellenben, p. o. a *Vaginicola crystallina*, ép oly gyakoriak levélzöld-testecsekkel, mint azok nélkül. Ugyanazon lelethelyen azonban és ugyanabban az időben rendszeren csak az egyik változat fordul elő.

Rendszerint mindenevő ázalékállatokban észlelt Entz Géza tanár levélzöld-testecseket, de észlelt kivételesen az olyanokban is, melyek előszeretettel vagy kizárólag egysejtű algákkal (*Palmella*, *Protococcus*), valamint zöld, ostoros ázalék-állatokkal (*Euglena*, *Chlamydomonas*) táplálkoznak. Nem kevésbé fontos azon észlelete is, mely szerint levélzöld-testecsekkel gazdagon ellátott ázalék-állatok szilárd táplálékot nem vesznek magukhoz, hanem csak vizet habarnak szájukba.

A szép eredményű észleletek hosszú sorából — nem lehetvén czélom az egész búvárlat regisztrálása — már csak azt emelem ki még, a mi tárgyunkra közvetlenül tartozik. Milyen a levélzöld-testecsek természete?

Az ázalék-állatok széttépedt testéből kiszabadított zöld testecseket vízeseppekben tenyésztette Entz Géza tanár s azt tapasztalta, hogy nem halnak el, hanem tovább élnek, vigan szaporodnak s belőlük egysejtű, vagy, laza összefüggésű sejtesaladokat képező algák fejlődtek, (*Palmella*, *Tetraspora*, *Gloocystis*, *Pleurococcus*, *Raphidium*, *Scenedesmus*). Gyakran azonban már az ázalék-állatok testén belül is fejlődésnek indultak, úgy, hogy egyes állatka-fajok a zöld algáknak valóságos élő gyűjteménytáraivá váltak. S ellenkezőleg, ha ő e zöld testecseket oly hatásoknak tette ki, melyek az algák tenyésztésének nem kedveznek, ha p. o. a tenyész-edényeket oly helyen tartotta, hol a nap több óráján keresztül a napsugarak közvetlen behatásának voltak csekély vízben kitéve, a testecsek lassanként elhalványodtak, végre elhaltak és az illető állatok teljesen elszintelenedtek. De tenyésztett ő szintelen ázalék-állatokat is (*Coleps*, *Enchelys*, *Holophrya*.) Ezek a nekik nyújtott egysejtű algákat, valamint a zöld *Euglenákat*, nagy mennyiségben nyelték el; egyes ily sejtek az illető állatok testének belső pépszerű plasmájából, mely-



ben az emésztés történik, a kéregrétegbe nyomultak s itt gyorsan egymásra következő oszlás útján végre apró gömböcskékre estek szét, melyek a szóban forgó levélzöld-testecsek alakjában lassanként az állatkák egész kéregrétegét megtöltötték s mintegy tenyészhelyül meghódították.

Mindezekből kiviláglik, hogy a levélzöld-testecsek nem tartoznak feltétlenül az állatkák szervezetéhez, hanem csupán betolakodott önálló lények, melyek ideig-óráig az ázalék-állatkák vendégszeretetéet élvezik. Élődiknek azonban legkevésbé sem tarthatók az ily módon bevándorlott zöld gömböcskék, minthogy nem az állatkák által áthonosított anyagok róvására táplálkoznak, sőt ellenkezőleg a hajlékot nyújtó ázalék-állatka él parányi zselléreiből. S miután előbb már megtudtuk azt, hogy a zöld színű ázalék-állatkák nem vesznek fel szilárd táplálékot, hanem csak vizet habarnak szájukba, csak annyit jegyzek meg még, hogy a gyorsan szaporodó zöld gömböcskék egyesei a kéreg-rétegből belenyomatnak az állatka belsejébe s itt azután, mint valamely kívülről felvett tápszer, egyszerűen felemésztetnek, tehát az algák gazdájuknak lakbér fejében naturáliákkal adóznak.

E szép és nagyjelentőségű fölfedezés után, az 1881-ik évben, egy közlemény jelent meg Brandt Károlytól<sup>1)</sup> a berlini tudományos akadémia értesítőjében, mely magasabb rangú állatoknál (zöld Hydra és édesvízi szivacs) szerzett hasonló tapasztalatokkal beigazolja az Entz-féle felfogás teljességét és kimutatja, hogy a sugárállatokban (Radioláriákban) és némely korallokban található sárga színű gömböcskék az egysejtű algákkal rokon természetűek; kimutatja továbbá, hogy különböző színű algák együtt is tenyészhetnek az állatokban.

Néhány hónappal később megjelentek az angol Geddes ide-

<sup>1)</sup> Dr. K. Brandt: Untersuchungen an Radiolarien. Monatsberichte der königl. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1881.

Dr. K. Brandt: Ueber das Insammenleben von Thieren und Algen. Verhandl. der Physiolog. Gesellsch. zu Berlin. 1881.

Dr. K. Brandt: Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Abtheil. f. Phys. 1882.

vágó észleletei, melyek szerint a francia tengerpartok közelében a tengervíz felszínén sütkérező fűzőld férgek testéből valami légbuborékok szállnak ki, melyek 50% tiszta élelyt tartalmaznak.

Geddes több rendbeli kísérletet tett zöld- és narancs-színű tengeri anemonékkal (*Anthea cereus*, *Cereactis aurantiaca*), száru korálokkal (*Gorgonia*), úgyszintén szép kék-színű bomlaszokkal (*Vellella*) és arra az eredményre jött, hogy a zöld vagy sárga algasejtek tartalmazó fajok verőfényes helyeken szilárd táplálék hiányában is igen jól tenyésznek, de élelyt fejlesztenek szénsav helyett. Hogy az algakedvelő állatok belsejében élő algák felhasználják az állati élelyt salakját, a szénsavat: ahoz aligha férhet kétség. Az állatok ugyancsak saját jóllétyük érdekében vitorláznak el verőfényes helyekre, hogy annál bujábban tenyészsenek bennök az algák, hisz az algatenyésztés élelyfejlődéssel jár egyútt, ez meg jótékonyan mozdítja elő az állati élely tevékenységét. Ha valjon hasznukra fordítják-e az algakedvelő állatok a fejlődő élelyt, azt abból tudhatjuk meg, hogy a szabadon élő algák napfényen 70% élelyt tartalmazó lég-nemet választanak ki, ellenben a zöld-színű s illetve algatartalmú állatokból csak kevésbbé élelyes légnem lesz szabadá.

Az állat s a növény közötti viszonynak ennél egyszerűbb alakja valóban nem is gondolható. Egy szervezet önbelsejében zöldegelet termel s ennek fölőslégéből tartja fenn élelyt! Ennél egyszerűbb s ideálisabb gazdaság valóban nem létezik széles e világon! Azután, ki van itt zárva minden concurrentia és küzdelem, úgy, hogy szintén kedve kerekedik az embernek is magát az összes állatokkal egyútt e paradicsomi szép, csendes körülmények közé helyezni, ha hirtelen meg nem gondolná, hogy küzdelem nélkül nincs győzelem, nincs haladás!

Azonban, az iméntiekben megismert békeszövetségek csak oly állatoknál fordulnak elő, melyeknek nincsen elkülönített igazi gyomruk s ennél fogva nincsen is erősen edző gyomornedvük, hanem belsejüket, illetve bélüregöket, víz duzzasztja és járja át, mi közben a bélállomány egyes pontjai közvetlen érintkezés útján emésztenek (intracellularis emésztés.) De másféle körülmények is gátolják e viszony szerfeletti elterjedését. Gátló körülmény először az, hogy az algatenyésztésre különben alkalmas állatok élelye nincsen föltétlenül algák jelenlétéhez kötve, mert ők megélhetnek — mint

tudjuk — algák nélkül is, másodszer az, hogy nem minden alsóbb-rangú állat kedvez az algák betolakodásának s megtelepedésének. Így tudva van, hogy azokban a tengeri rózsákban (*Actinia*-féle virágállatokban), melyeknek piros vagy bíborszínű bőruk van, algák soha sem találtak, mivelhogy ezek bőrrétegén keresztül a világosság be nem sugározhatik egészen a bélállományig, melybe az algák telepedni szoktak. Ezeknél tehát a bőrnek sötét, a világossági sugarakat elnyelő színezete teszi lehetetlenné az algatenyészetet. Itt ők oly helyzetbe jutnának, a minőbe jutnak a növények általán, ha hónapokon keresztül sötétségben állanak s nem táplálkoznak — elsatnyúlva elhalnának. A színezettség akadályvető körülményére nézve a szarukorállt (*Gorgonia*) hozhatom fel például, a melynek két változata ismeretes: egy fehér és egy piros; a fehérben tenyésznek algák, a pirosban — a kiemelt ok miatt — soha, a miért ez különleges módon táplálkozik.

De tévednénk, ha a zöldszerű állatokat egyáltalán alga-kedvelőknek és alga-tenyésztőknek tartanók. Ez ideig ismerünk már számos zöld férget, tengeri anemonét és más állatot, melyek zöld színüket nem az algáknak, hanem valami más zöld színanyagnak köszönik, mely a szinképelemzők bizonyítása szerint a levélzöldtől lényegileg különbözik.

Ezzel eljutottunk m. t. h. a magaslatig, melyre föl kell emelkednünk, hogy az egyenként szemlélt adatokról összbenyomást nyerjünk. Az egésznek rövid áttekintéseért, a symbiosis elvi jelentésének meghallgatásáért kérem pár pereznyre még szives türelmököt.

Az alga-symbiosis kérdése — mint láttuk — messze benyúlik a physiologia alaptételei közé, támaszkodik úgy az állat, mint a növény-ország többféle osztályainak morphologiai viszonyaira s épen azért ma még bevégzetlen s továbbfejtésre vár. Az eddigi vivmányok kétségtelen eredményeit a következő tételbe foglalhatom össze.

Sok állatban talált színes testecsek valódi sejtek, melyek az állati szövet-elemekkel szemben egészen önálló életet folytatnak; előfordulásuk és elterjedésük csakis a symbiosis felvétele által értelmezhető.

Hogy a sugár-állatkák (*Radiolariák*) és némely tengeri rózsasárga testecsei valóságos sejtek, azon ma már senki sem kételke-

dik. A zöld testecsek sejt-természete felől is, noha apróbbak és nehezen vizsgálhatók, ma már szintén biztos ismertető bélyegek birtokába jutottunk Entz Géza és Brandt Károly vizsgálataik folytán (cellulosehártya, sejtmag, két és négy részre való oszlás.)

Mind a sárga, mind a zöldszínű sejtek lényegileg különböznek az állati szövet-elemektől, mert csupán gömbölyű alakúak, mert az állati sejtek belsejében önállóan élnek és mert, a növényekével azonos anyag-cseréjük lévén, vegyi összetételre nézve is ellentétben állanak az állati sejtekkel.

A színes sejtek képesek a gazda testén kívül is egészen független életet folytatni s annál fogva ők a gazda halála vagy véletlen szétzúzatása esetében is fennmaradnak s oszlás által szaporodnak.

Az sem ismeretlen előttünk, hogy zöld és sárga testecsek találhatók a különböző állatkörök igen különböző osztályaiban, még pedig az illető osztályoknak csak egyes fajainál, itt is oly megszorítással, hogy már a legközelebbi rokonoknál is végképen hiányozhatnak. Ha e testecsek az illető állatoknak rendes alkatrészeit tennék, akkor arányosan és egyformán kellene előfordulniok a közlő rokon összes fajoknál. De ez nincsen így s azért elterjedésük módja csakis a symbiosis felvétele által értelmezhető.

Szolgáljon itt felvilágosításul a symbiosisnak már régtől fogva ismeretes alakja: az élődiség. Az élődiségre vetett futólagos pillantás is elég arra, hogy észrevegyük, miként az élődiék elterjedése igen egyszerű s gyakran esetleges körülményektől függ. Közlő rokon állatfajok közül némelyek alkalmas hajlékot nyújtanak a tolazkodó „jött-mentek“-nek, mások ellenben mintegy kiváltságot élveznek az illető tolazkodókkal szemben. Így a typhusszerű epidemiákat okozó *Trichina* alkalmas hajlékot talált az emberi testben a tovább fejlődésére, de rendszerint elpusztul akármely ragadozó állatgyomrában, ha abban mindjárt tengernyi egyéne vitétt is. Szintén tudva van, hogy a hólyag- vagy kerge-féreg (*Coenurus cerebralis*), mely az agyon élődve, a kerge-betegséget idézi elő, csaknem kizárólag a juhokban üti fel tanyáját. S nincs miért tovább folytatnunk a példák sorát, hogy meggyőződjünk róla, miszerint a testi szerkezet és az anyag-cserebeli csekély különbségek igen gyakran az okai annak, hogy valamely élődi az egyik állatban jól tenyészik, míg a



vele közeli rokonban már vagy csak nyomorog, vagy épen meg sem is él.

Nekem úgy látszik, hogy egyedül ez a szempont az, melyből a színes sejteknek az állatországban való feltűnő elterjedését magyaráznunk és méltatnunk kell. A részletekre való tüzetes visszaemlékezés s speciális vizsgálódás nélkül is elismerhetjük e tétel helyességét, hogy az algák, mint „jött ment“ tola kodók, nem találhatnak mindenütt szíves fogadtatásra.

Az alsóbbbrangú állatok és a színes sejtek közt tehát egészen sajtárságos viszony létezik. Egészen különböző lényeknek társulási viszonyával van itt dolgunk, mely tökéletes hasonmása a zuzmók symbiosisának, a melyek — mint tudjuk — egy gomba s egy alga társulásának köszönik létüket.

Ámde külön országbeli szervezetek illetén társulása rendszerint nem keletkeznék a természetben, ha a társfelekre bizonyos előny, bizonyos haszon nem háromlanék a symbiosisból. Ezen előny meg haszon épen az állati s növényi anyagcsere különbözőségéből származik. Ugyanis, különböző életigényű szervezetek szoktak a symbiosis kötelekeibe lépni; szénsav-fogyasztó egyének társulnak szénsav-termelőkkel, vagy, a mi egyre megy, élely-termelők egyesülnek élely-fogyasztókkal.

Ha visszatekintünk a zuzmók symbiosisaira s ezeket némi bírálat alá vesszszük, el nem fúthatja figyelmünket az a körülmény, hogy a zuzmók, gomba-egyéneiknek anyagcsereje azonos lévén az állatokéval, csak televényes, szerves anyagokon tenyészhetnek és hogy ők televénytelen, kopár helyeken s sziklák föluletein való tenyészteket tisztán az algák társaságának köszönik. Ezek az apró lények növényi anyagcserejök termékeivel, főleg a szénsavból előállított élelynyel szolgálnak a gombáknak, melyektől vízontszolgálat fejében kellő mennyiségű szénsavat és vizet kapnak; e nélkül ők, mint vízi növények, meg nem élhetnének az illető helyeken. Fölösleges is említenem, hogy e víz, melyet a gombák részint a levegőből, részint a sziklákról és más helyekről gyűjtenek s beszívárogtatnak, egyszersmind nevezetes tápszereknek, kivált söneműeknek a szállítója.

E biologiai törvény szerint keletkeztek tehát a különböző életigényekkel s ellentétes életműködés-

sel felruházott gombák és algák társulásából összetett szervezetek: a zuzmó-consortiumok, melyek szivósságra s állhatatosságra nézve minden más növényzetet felülmulnak. Bámulatos tulajdonságaiknál fogva a zuzmók a pioniereket képviselik a szerves természetben, a melyek egészen kopár s göröngyös helyeken a magasabb igényű növények terjeszkedésének s tenyésztének útját egyengetik. Az Alpok legmagasabb csúcsain, valamint a zord északon, hol minden keményre van fagyra, a hol örökös hó honol; úgyszintén kopár, televénytelen és vízetlen sziklákon, rideg fakérgeken és mindenütt, a növényzet végső határain túl is, ott találjuk a viszontagságos életre jól berendezett zuzmókat.

Hasonló törvényen alapszik az állatok s az alga-sejtek symbiosisa is. A mit az egyik életiségénél fogva termel, azzal táplálkozik a másik és viszont.

Az algák — mint tudjuk — felhasználják az állati szövetekben képződő szénsavat szerves vegyületek előállítására. Az állatok ellenben a felvett szerves tápszerek lassú elégetésére fordítják azon élenymennyiség tetemes részét, mely az algák anyageseréje következtében felszabadul. De még más előnyei is vannak a symbiosisnak. Ugyanis, az állati test szövetébe települt algák nincsenek más teremtmények üldözésének kitéve, a mi minden tekintetben igen alkalmas körülmény gyors növekedésükre és szaporodásukra nézve. Az állatok pedig megtalálják az alga-sejtekben mindennapi élelmőket, mely szintűgy magától terem. Ők alga-sejtekkel táplálkoznak, mint-hogy ezek egy része épen a túlszaporodás következtében valósággal belenyomatik a bél-állományba.

Ezek szerint egy alga-tenyésztő állat gazdaságában a legáltalánosabb s legérdekesebb élettani igazságot látjuk megvalósítva, mert az az anyag-csere, mely a természet három országa közt s nevezetesen az állatok meg a növények közt fennáll, itt a lehető legkisebb térre szorítva létezik állati s növényi sejtek közt, melyek a symbiosis folytán oly benső kapcsolatba jönnek egymással, hogy egy egyén részeinek látszanak.

Különösen érdekessé lesz e jelenség, ha egybevetjük azzal az

ellenkező hatással, melyet ugyancsak növények, az úgynevezett al-sóbbrangú gombák, más szervezeteken okoznak.

Valamint az apró algasejtek, úgy a gombák is, kiváló előszeretettel telepednek növényekre meg állatokra, majd ezek külbőrre, majd belső szerveikbe; de vajmi más hatást gyakorolnak azokra! Ha épen tönkre nem teszik is a gazda-állatot vagy a gazda-növényt, melybe tolakodtak táplálkozás végett, jelentékeny betegséget mindenesetre okoznak rajta s ennél fogva ők a természet legveszedelmesebb élődei. Nemcsak a legtöbb növénybetegség u. m. a gabona rozsdásodása, üszögösödése, a burgonya rothadása stb., hanem igen sok és veszedelmes állati betegség is belőlük származik. A szerves kóroanyag azaz a „contagium vivum“ élődi hasadó-gombákból áll; ezekben ismerték fel napjainkban a Bacterium-vizsgáló természettudósok a mindinkább sokasadó betegségek és járványok okozóit.

S képzeljünk most már magunknak egy állatot gomba-sejtekkel annyira telve, mint algákkal telve van némely tengeri rózsza s az édesvízi zöld Hydra: vajjon mi fogna ama szerencsétlennel történni? Bizonyára elpusztulna gyorsan és menthetetlenül, holott az algás tengeri rózsák és a zöld Hydra, tudomásunk szerint, vigan élnek s szaporodnak. E szembetünő különbség láttára önkényt felmerül a kérdés, hogy min sarkallik tehát a gombák és az algák ezen ellenkező hatása? felelet: az anyagcsere különbözőségén!

A gombák az állatok módjára szerves anyagot fogyasztanak s hatásuk bontó, folyósító, mivel erjesztő anyagot választanak ki magukból. Ellenben az algák egyszerű szervesetlen vegyületekből állítanak elő életanyagot, azért jelennek meg mint ártalmatlan, de sőt mint hasznos üzlettársak a symbiosisban, míg a gabona-rozsda, az üszög s a Bacteriumok veszélyes, betegség-okozó s pusztító jövevények hirében állanak rendkívüli kicsinységök daczára is.

E nyilvánvaló viszonyokból láthatjuk, hogy az alga-symbiosis biológiai törvényen alapszik.

De nemcsak az alga-symbiosis, hanem minden symbiosis törvényen alapszik, mely részint a táplálkozás viszonyaira, részint a védelem s önbiztonság körülményeire vonatkozik; a miért is igen helyesen mondta De Barry, ki e műkifejezést alkotta, hogy alatta a különböző szervezetek törvényszerű együttélését kell érteni.

Szintúgy magától jön, hogy az emberi társadalomban is keresünk a symbiosisnak megfelelő eseteket. Valóban nagy is a hasonlóság, melyet a tudalmatlan szervezetek symbiosisa és a társadalmi rend meg egymásrataltság viszonyai között észlelni lehet. A különbség mindamellet áthidalhatatlan, mert az emberi társadalomban a szolgálattétel és kölcsönös függés viszonyait írott törvények s eszmei célok vezetik, az általom vitatott symbiosist ellenben tisztán biológiai törvények s illetve vegy-természettani körülmények szabályozzák. Amott az önkény és erőszak nem egyszer üli diadalát, emitt a kérlelhetetlen következetesség miatt kivétel nincsen.

---