

MAGYARORSZÁG ÁLLATVILÁGA
FAUNA HUNGARIAE

DR. BOROS ISTVÁN, DR. DUDICH ENDRE, DR. KOTLÁN SÁNDOR ÉS DR. SOÓS LAJOS
KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTI

DR. SZÉKESSY VILMOS

I. KÖTET

PROTOZOA

1. FÜZET

PROTOZOA
ÁLLATI EGYSEJTŰEK

ÁLTALÁNOS BEVEZETÉS

(21 ábrával)

ÍRTA

R. DR. STILLER JOLÁN

Fauna Hung. 57.



1960

Az I. kötethez tartozó valamennyi
füzet borítólapjának beszolgáltatása ellené-
ben a kötet kemény kötéstábláját bármelyik
könyvesbolt kiadja.

Az ábrákat SZ. LAKATOS MÁRIA rajzolta

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója

Szerkesztésért felelős: Jolsvai Alajos — Műszaki felelős: Szöllősy Károly

Kézirat beérkezett: 1960. VII. 18. — Példányszám: 1.500 — Terjedelem: 3 (A/5) fv
60.51533 — Akadémiai Ny., Budapest — Felelős vezető: Bernát György

A. ÁLLATKÖR

PROTOZOA — ÁLLATI EGYSEJTŰEK

Irta

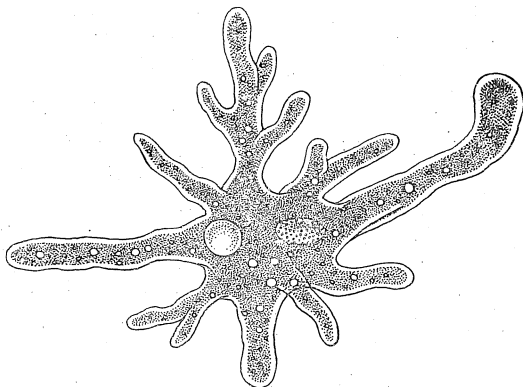
R. Dr. STILLER JOLÁN

Valamennyien egysejtű állatok, egyforma vagy kétféle sejtmaggal. Testalkatuk változó vagy állandó. Burok- és héjképződés gyakori. Kiválasztószervük a lüktetőhólyag, amely azonban a tengeri és a parazitikus fajoknál rendszerint hiányzik. Helyváltoztatószerveik *flagellumok*, *ciliumok* vagy *pseudopodiumok*; a parazitákon hiányoznak, helyettük tapadó- vagy kapaszkodószervek gyakoriak. Ivartalan szaporodásuk osztódással vagy bimbózással történik. Megtermékenyítésmódjuk kopuláció vagy konjugáció. Iso- vagy anisogamia. Az élősködő fajok gazdacseréje és nemzedékváltozása gyakori.

A Protozoáknak, mint sejtekre nem tagolt lényeknek nincsenek szövetek és szerveik. Mindazok az életműködések, amelyeket a Metazoaák különböző szervei végeznek, a Protozoaák egységes protoplasmájára hárulnak. A legegyszerűbb formák egységes protoplasmája minden látható differenciálódás nélkül végzi a legegyszerűbb élettevékenységeket: az érzékelést, mozgást, anyagcserét, növekedést és szaporodást. A magasabb fejlődési fokon álló Protozoaakon ezzel szemben bizonyos plasmarészek különülnek el egy-egy meghatározott élettevékenység elvégzésére mint alaktanilag is jól megkülönböztethető *szervecskék* vagy *organellumok*. Ebben rejlik a lényeges különbség az önálló életet élő sejt és a Metazoaák szöveteit felépítő sejtek között. Utóbbiak az egész szervezetet szolgáló egyetlen élettevékenység elvégzésére differenciálódtak, míg a többi élettevékenység elvégzése más és más sejtcsoportokra hárul. Az önálló sejtként élő egysejtű teste ezzel szemben igen sokoldalúan differenciálódott. Mint önálló szervezet a Metazoaákhoz képest a kezdetleges formákhoz tartozik, mint sejt azonban elérte a szervezettség legmagasabb fokát. Egy sejtből való felépítésükből következik a Protozoaák rendkívül kicsi mérete. Legkisebbek a Microsporidiák, amelyek csak 2–3 μ nagyságúak. Kb. ilyen nagyságrendű a legkisebb Rhizopodák és Flagelláták mérete is. A legmagasabb szervezettségig eljutott Ciliáták mérete 10 μ -nál kezdődik, és ritka esetben eléri az 1–2 mm-t is. A kihalt Foraminiferák között ismerjük azonban a több cm nagyságú Numulitákat is. Ilyen hatalmas vég-lények ma már csak egészen kivételesen találhatók, és a recens *Psammonyx vulcanicus* DÖDERLEIN 5–6 cm-es méretével az állati egysejtűek óriása.

A legegyszerűbb egysejtűek teste *protoplasmból* és *sejtmagból* áll. Mikroszkóp alatt többé-kevésbé folyékony vagy kocsonyaszerű anyag, amely erősebb fénytörésű, mint a testet körülvevő víz. Többnyire átlátszó vagy áttetsző, de különböző zárványok néha zavarossá vagy átlátszatlanná teszik.

A legtöbb egysejtű felületén többé-kevésbé vékony, átlátszó és egységesebb szerkezetű, szívósabb protoplasmaréteg különül el (1. ábra). Ez a belső, folyékony *entoplasmát* körülzáró *ectoplasma*. A kettő közötti határ többnyire nem éles és nem állandó. Ha pl. az amóbák entoplasmája a test felületére ér, ectoplasmává alakul át, és fordítva, a test belsejében elfolyósodik, és ismét entoplasmává válik. Némely moha- vagy talajlakó, gyakori beszáradásnak kitett faj ectoplasmája vastag és annyira megszilárdul, hogy a kiszáradás ellen is megvédi az állatot. Példa erre az *Amoeba verrucosa* EHRENBURG erősen fénytörő, ráncos ectoplasmája. A Heliozoák teste nem különül el ecto- és entoplasmára. Külső rétege erősen vakuolizálódik, és ezáltal jól elkü-

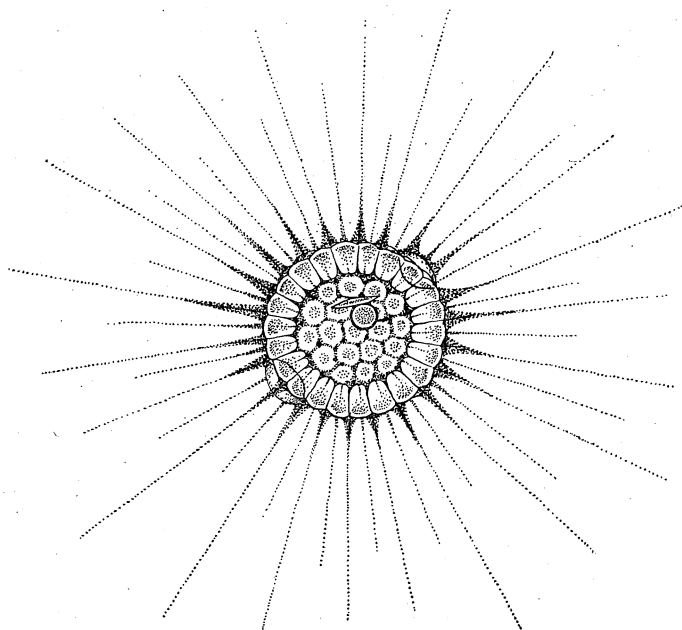


1. ábra. *Amoeba proteus* PALLAS élesen elkülönült ecto- és entoplasmával (LEIDY nyomán)

lönült kéreg- és magréteg keletkezik (2. ábra). Az ectoplasmát a külvilág felé rendkívül finom, hártyavékonyágú bőrke vagy pellicula határolja.

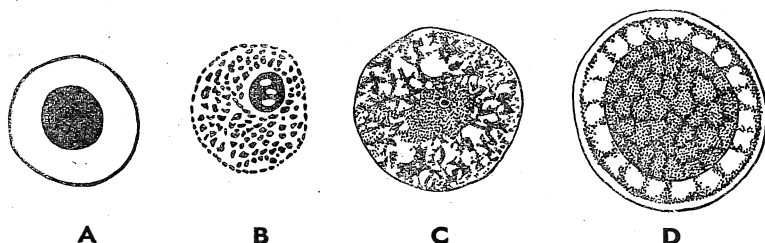
A sejt mag eltérő fénytörése miatt zárványokban szegény cytoplasmában élő állapotban is látható. Festett készítményeken megkülönböztethetők 1. a maghártya, 2. a mag gerendázatos szerkezetét képező, savanyú festékekkel festhető linin vagy achromatin, 3. a nem festődő magnedv vagy magenchylema, 4. a bázikus festékekkel festődő szemcsés chromatin, valamint 5. az erősen fénytörő sejt magvacska vagy nukleolusok. Alaktanilag a Protozoák magja sokkal változatosabb, mint a Metazoáké. Nagyjából két csoportot különböztethetünk meg, a hólyagos és a tömör magvakat, de a két csoport között nem vonható éles határ. A hólyagos mag többnyire gömb alakú, ritkán tojásdad vagy lencse alakú. Belsejét túlnyomórészt magnedv tölti ki. A chromatin-állományt a nucleolus tartalmazza, vagy pedig a külső magállományban helyezkedik el szemcsék vagy rögök alakjában (3. ábra). A tömör mag chromatin-állománya diffúz szemcsészet alakjában vagy hálózatosan helyezkedik el. Alakja igen különböző. Lehet gömb, tojás, babszem, patkó, kolbász, vagy lapított szalag alakú. Ritkább esetekben, pl. *Stentor*- vagy a *Spirostomum*-fajokon gyöngyfűzérhez, az *Ephelota*-fajokon pedig szarvasagancshoz hasonló. A legfejlettebb állati egysejtűekre, a Ciliátákra a magdimorfizmus jellemző. A kétféle mag közül az egyik a tömör n a g y-

mag vagy macronucleus, a másik az igen kicsi, hólyagos kis mag vagy micronucleus. Mind a mag, mind a protoplasma egyaránt nélkülözhetetlen a sejt élettevékenységeinek fenntartásához. Ha a sejttestből eltávolítjuk a magot, az állat esetleg még egy ideig éldelegél, de hamarosan elpusztul.



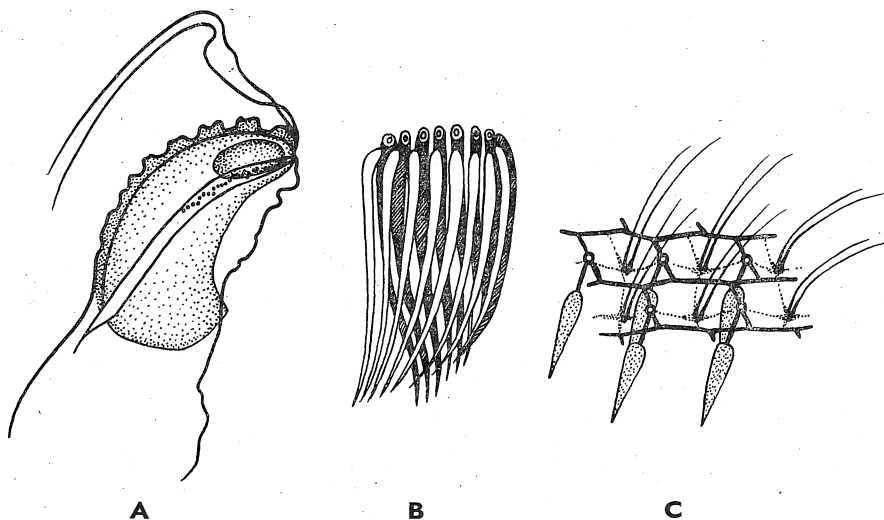
2. ábra. *Actinosphaerium Eichhorni* EHRENBERG vakuolizált kéreg- és magréteggel (LEIDY nyomán)

A legegyszerűbb állati egysejtű, az amőba teste többé-kevésbé folyékony protoplasmacseppből áll. A legtöbb állati egysejtűnek azonban megvan a sajátos alakja, amelyet a sejttest szilárdabb alkotórészei szabnak meg. Ezek lehetnek megszilárdult protoplasmaelemek, az ún. euplasmatikus képződmények, vagy a plasmától elválasztott élettelen anyagok, alloplasmatikus képződmények.



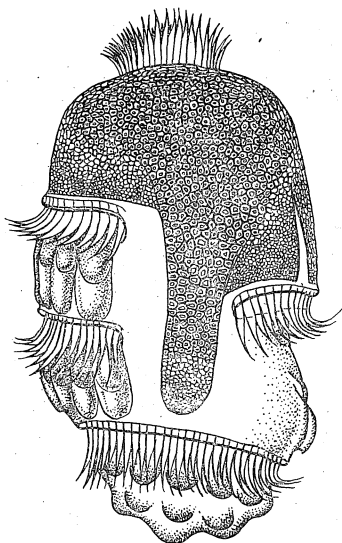
3. ábra. A: limax típusú *Amoeba*, B: *Eimeria Schubergi* SCHAUDINN, C: *Aulacantha scolymantha* HAECKEL és D: *Amoeba proteus* PALLAS hólyagos magjának szerkezete (A és B: SCHAUDINN—, C: BORGERT— és D: DÖFLEIN nyomán)

Euplasmatikus képződmény a testet körülvevő bőrke vagy pellicula; néha annyira vékony, hogy nemigen befolyásolja a sejttest alakját. A legtöbb állati egysejtű pelliculája azonban vékony, rugalmas, fénytörő réteg, és elég erős ahhoz, hogy meghatározott alakba kényszerítse a testet. Külső mechanikai erők vagy a belső plazmaáramlás hatására deformálódott sejt a deformáló erő megszűntével ismét felveszi eredeti alakját. A pelliculát sok esetben rugalmas rostok és bordaszerű megvastagodások szilárdítják. A test belsejében is találunk rostrendszereket, amelyek biztosítják annak sajátos alakját. GELEI JÓZSEF és GELEI GÁBOR a *Paramecium* három, a testfelülettel párhuzamos rostrendszerét különböztetik meg. A külső a poligonálisan elhelyezkedő subpellicularis vázrendszer, amely a csillógyökök és a trichocysták támasztását szolgáló, s a test alakját megszabó és biztosító elemekből tevődik össze (4. ábra: C). Ez alatt fekszik a rugalmas infraciliaris rostrendszer, a kettő között pedig az ún. neuroplasmatikus vagy ezüstvonalrendszer. Állandósága folytán ez a rendszer a fajok meghatározása szempontjából igen fontos. Itt említjük meg a bélben élősködő Flagelláták rostokból álló, kihegyesedő, bot alakú tengelyvázát is, az axostylt (4. ábra: A) amely a bélsárban élő állat erőteljes pattintó mozgását segíti elő, valamint az egyes *Trichomonas*-fajok unduláló hártáját támasztó bordaszerű costát. Hasonló képződmények alkotják a sok Holotricha csillós garatjából kiinduló és a lenyelt áldozat továbbítását szolgáló varsakészüléket (4. ábra: B). Euplasmatikus képződmény továbbá egyes állati egysejtűek, mint pl. a kérődzők bendőjében élősködő Ophryoscolecidák páncélja is (5. ábra).



4. ábra. Állati egysejtűek különböző vázelemei. A: *Trichomonas lacertae* PROVACEK axostyllal és unduláló hártájával; — B: *Clamydodon mnemosyne* EHRENBERG varsakészüléke; — C: *Paramecium nephridium* GELEI felületi szerkezete vázlatosan: neuroplasmatikus vagy ezüstvonalrendszer (pontozott vonalak) a csillópárokkal, valamint a poligonálisan elhelyezkedő subpellicularis vázrendszer (vastag vonalak) és az ezzel összefüggő répa alakú trichocysták (A: KÜHN—, B: ERLANGER— és C: GELEI nyomán)

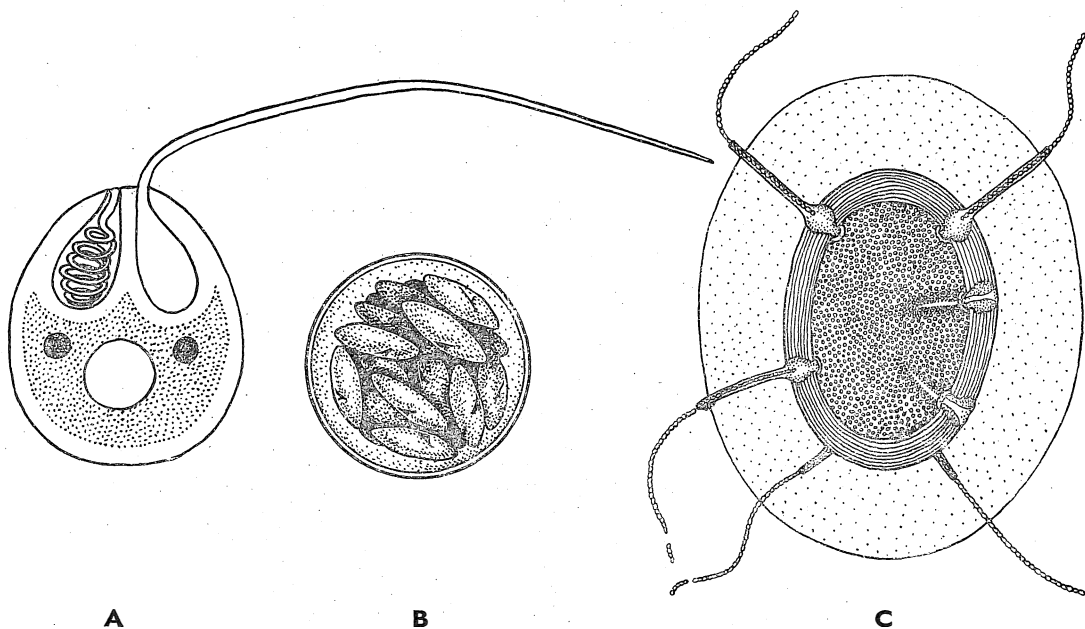
Alloplasztikus vázak a test felületén keletkező cuticularis képződmények. Az euplastmatikus képződményekkel szemben ezek az állat osztódása alkalmával nem osztódnak. A váz vagy változatlanul megmarad az egyik fiókaegyednek, a másik egyed pedig új vázat alakít ki, vagy mindkét fióka új vázat alakít, a régi pedig üresen marad vissza. Az alloplasztikus vázak igen különbözőek; közös tulajdonságuk azonban, hogy alapanyaguk mindig szerves eredetű (kocsonya, pseudochitin, illetve tektin, cellulose). Ez a szerves eredetű alapanyag kalcium-, szilícium-, vas- és egyéb



5. ábra. *Trogloditella gorillae* E. REICHENOW hátoldala a polygonális szerkezetű páncéllal (REICHENOW nyomán)

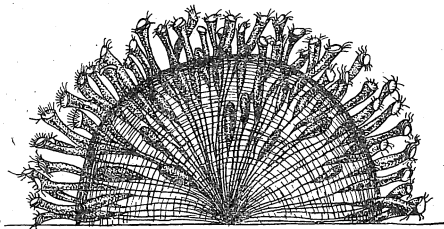
sókkal impregnálódhat. Néha idegen testek is rakódnak beléje, mint pl. a *Diffugia*-fajok kovaszemcsékből álló háza esetében. Az alloplasztikus vázképződmények közé tartozik a cystaburok is, amely csak átmenetileg, bizonyos életkörülmények között képződik, és az egysejtűt a külvilág hatásaitól elzárja. A cystaképződés különösen az élősködő és az édesvízi egysejtűeken elterjedt. A *Colpoda*-fajok az osztódás előtt tokozódnak be. A kétszeri osztódásból származó 4 fiókaegyed egy preformált nyíláson, az ún. micropylén át bújik ki a szabadba. Az *Actinophrys*- és az *Actinosphaerium*-fajok megtermékenyítése a cystaburkon belül történik. A legtöbb szabadon élő állati egysejtűn azonban a környezetükben beálló kedvezőtlen életkörülmények, kiszáradás, lehűlés, erős felmelegedés, táplálékhiány, vegyi viszonyok megváltozása stb. indítják meg a tömeges betokozódást. A parazitikus egysejtűek cystái szolgálatják a faj átvitelét egyik gazdából a másikba, mert ebben az állapotban a gazdaszervezeten kívül is életképesek maradnak. Sok Sporozoa oocystáján belül indul meg az osztódás. A többszörös osztódásból származó csírák a közös tokon belül maradnak, és külön burkot képeznek. Ezzel belépnek életpályájuk legjellemzőbb szakaszába, a spórás álla-

p o t b a. Betokozódás előtt az egysejtű teste legömbölyödik, a tápoduk, zárványok, testfüggelékek és a szerkezeti elemek legnagyobb része eltűnik. Az állat beszünteti élettevékenységeit, csak a lüktető hólyag működik még egy ideig; a nyugalmi, latens életbe került állat jóval kisebb az őt körülvevő cystaburoknál. A cystából való kibúvás sokszor egy micropylén keresztül történik. A gyakran kiszáradó, időszakos vizekben élő fajok cystája azonban, ha ismét vízbe jut, megduzzad, és többnyire egy előre meghatározott helyen szétrepesztí a burkot. Sok Sporozoa spóráin a cystaburok két, ritkán négy részre hullik. Legbonyolultabb a Gregarinák cystája (6. ábra: C). Falában több tömlőszerűen kitüremíthető s p o r o d u c t fejlődik, amelyeken keresztül kilöveli a gyöngyfűzér-szerűen egymáshoz illeszkedő spórákat. A cystaképzés az egyes rendszertani csoportokra, esetleg fajokra jellemző fontos bélyeg, és így származástani kérdések tisztázására is szolgálhat. Állandó alloplasmikus képződmények a b u r k o k, v á z a k és h é j a k, amelyek szintén fontos rendszertani bélyegegek. A b u r o k szorosan körülzárja a sejtestet, és a protoplasma csak a burok nyílásain keresztül érintkezik a külvilággal. Lehet puha, kocsonyás vagy pseudochitinből, illetve tektinből álló alakmegszabó szilárd burok. Ha a sejt elhal, üresen marad vissza. A szerves eredetű burkot néha szervetlen anyagok, mész- és kovatűk, -lemezek vagy -gömbök szilárdítják. A testből kilépő apró, pálcika alakú tektinszemcsékből, az ún. p r o t r i c h o c y s t á k b ó l keletkezik, amelyek a környező vízben kocsonyaszerűen megduzzadnak. A v á z vagy h é j szintén a sejtestet terméke. A buroktól



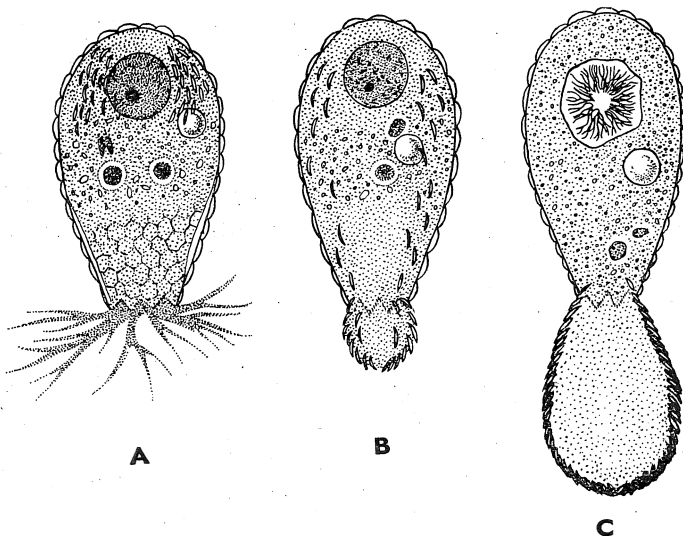
6. ábra. A: *Myxobolus*-faj spórája. Egyik sarki tokja kilövellt, a másik felcsavarodott; — B: *Barouxia ornata* SCHNEIDER cystája; — C: *Gregarina blattarum* SIEBOLD. A vastag kocsonyaburokkal körülvett cysta egyes sporoduktjai kilövellt állapotban vannak; a sporoduktokban gyöngyfűzérszerűen egymás mellé illeszkedett spórák láthatók (A és C: SCHNEIDER —, B: WASIELEWSKI nyomán)

abban különbözik, hogy nem simul szorosan az állat testére. Kialakulása után az állat teste különválnak és visszahúzódnak. A külvilággal egy vagy több nyíláson keresztül érintkeznek. Sok Flagelláta és Ciliáta kocsonyavázat képez. Megtörténik, hogy a váz osztódáskor nem válik szét, és így egységes telepek keletkeznek, mint pl. az *Ophrydium*-fajok esetében (7. ábra). Alakjuk



7. ábra. *Ophrydium versatile* EHRENBERG rétegesen kialakult kocsonyaburokban az aljzaton ülő telepe (KENT nyomán)

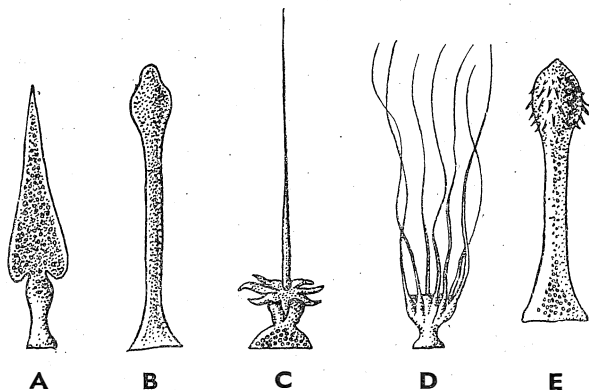
igen változatos: ismerünk tál, kehely, gömb, korsó, kúp vagy cső alakú hártványászakakat stb. A Flagelláták és sok Ciliáta váza sima falú. A Tintinnidák finom, sejtes szerkezetű vázának a felületét változatos módon elhelyezett lécszerű megvastagodások szilárdítják (21. ábra: B). Különösen a Testáceák igen gyakran idegen testeket, kovaszemcséket, kovamoszat- és Dinoflagelláta-héjakat építenek be vázuk hártványás alapanyagába. Az *Euglypha*-fajok saját maguk képezik a kovapikkelyeket vagy -lemezeket, amelyek az állat osztódása alkalmával a test felületére vándorolnak, és tetőcserép módjára elhelyezkedve új héjat képeznek (8. ábra).



8. ábra. *Euglypha alveolata* DUJ. osztódása. A—C: Héjképződés a testben kialakult és a felületre vándorolt kovapikkelyekből (SCHEWIAKOFF nyomán)

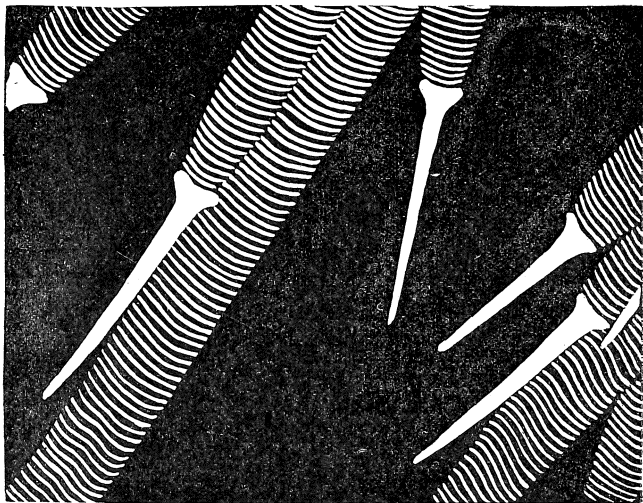
Igen sok állati egysejtű helyhez kötött életmódot folytat. Az élősködő egysejtűek teknőszerű bemélyedések, szívókorong-szerű képződmények vagy horogkoszorúk segítségével rögzülnek a gazdaállat bélfalához. A Gregarinák fejrése változatos bunkó, lándzsa, tű vagy buzogány alakú *epimeritté* alakul át (9. ábra). A szabadon élő egysejtűek legkezdetlegesebb fokon a vontatóostorra vagy egy sörteszerűen megszilárdult csillóra, vagy tuskére támaszkodnak. Egyes fajok hátulsó testvégükön elválasztott nyálka- vagy kocsonyaszerű anyag segítségével tapadnak az aljzatra. Sok állati egysejtű azonban többé-kevésbé bonyolult, merev vagy összehúzódó, gyakran bokor vagy fa módjára elágazó nyelet képez. Ez a nyél lehet kocsonyaszerű képződmény, és a tektinburokhoz hasonlóan szervetlen anyagokat tartalmazhat. Gyakori a merev, néha vastag falú vagy az összehúzható, hártyás falú nyél. Utóbbinak tengelyében egy izomszerűen összehúzódó protoplasmatiszál, a *myonem* fut végig. Összehúzódása alkalmával a nyél csavarmentesen vagy zezgugosan ugrik össze. A nyelet többnyire egy lapos, kerek tapadókorong rögzíti az aljzathoz.

Egészen különleges szervecskék a Cnidosporidiák spóráinak ún. *sarkitokjai*, amelyek erősen hasonlítanak a Coelenteráták csalántokjaihoz (6. ábra: A). A tokban csavarmentesen összezsugorodott pólusszál a bélnedv hatására kilövellődik, és lehorgonyozza a spórát a gazdaállat bélfalához. Működésükben hasonlóak a Holotrichák *trichocystái* is, amelyek igen nagy számban, szabályosan elszórva helyezkednek el a pellicula alatt. Az entoplasmában képződnek és utólag vándorolnak az ectoplasmába. Kilövellésük a subpellicularis rácsrendszer ablakszerű lőréssein keresztül történik. Erős vegyi vagy mechanikai ingerek hatására az orsó vagy répa alakú trichocysták (4. ábra: C) kipattannak, és eredeti hosszúságuk 6–10-szeresét érik el. A *Paramecium* teljes egészükben lövi ki a vékony, fénymikroszkóppal nehezen kimutatható tokból kipattanó, elektronmikroszkóp alatt azonban jól láthatóan harántcsíkt, szilárd, tömör törben vagy horogban végződő trichocystáit (10. ábra). Egyes *Frontonia*-fajok kilövellt trichocystáinak egyik vége az állat testében marad, és ezzel közvetlenül magához kapcsolja az áldozat-

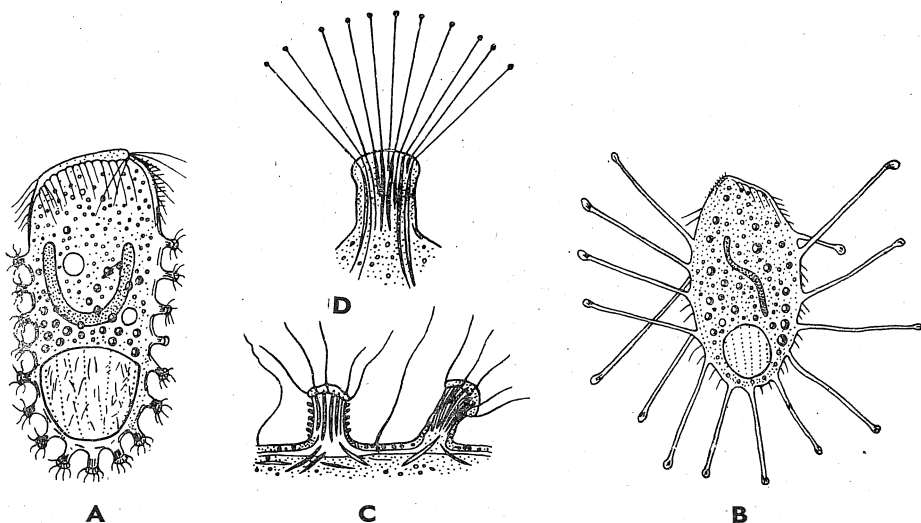


9. ábra. A: *Pileocephalus Heeri* KÖLLIKER, B: *Stylocephalus longicollis* STEIN, C: *Beloides firmus* LÉGER, D: *Cometoides crinutus* LÉGER és E: *Geneorhynchus Monnieri* A. SCHM. 1—1 epimeritje (WASIELEWSKI nyomán)

tot. Hatásos támadó fegyverek a Gymnostomatákon előforduló csalánton *trichocysták* vagy *trichitek*, amelyek kilövellésük alkalmával egyszerűre bénítják és megragadják az áldozatot. Nem helyezkednek el szétszórtan az egész test felületén, mint a közönséges trichocysták, hanem leggyakrabban a garatban találhatók egy kötegben. Kivételesen, pl. a *Legendrea bellerophon* PENARD esetében a test felületén szabályosan elrendezett, hosszú tapogatókká kinyújtható bibircsekben helyezkednek el (11. ábra).

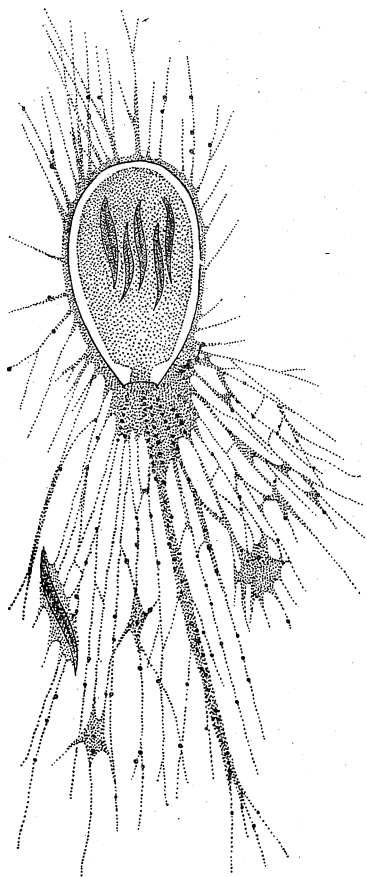


10. ábra. *Paramecium* sp. kilövellt harántesíkkolt trichocystáinak tör alakú apicalis vége (JAKUS elektronmikroszkópos felvétele nyomán)



11. ábra. *Legendrea bellerophon* PENARD. A: úszó állat behúzott tapogatókkal; B: lesben álló állat kinyújtott tapogatókkal; C: két erősebben nagyított tapogató ciliumokkal és trichocystákkal; D: a tapogató kilövellt trichocystái (PENARD nyomán)

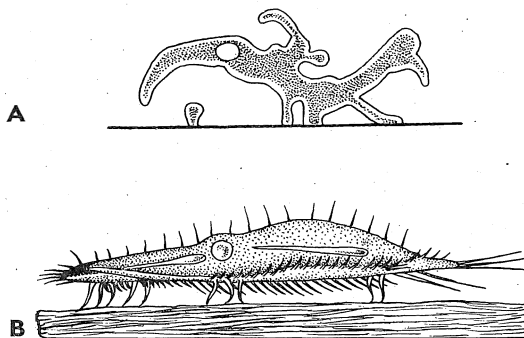
A helyváltoztatás legegyszerűbb módja az, hogy a sejt egész tömege folyadéksepp módjára előre folyik. A limax típusú amóbák teste nem mutat ilyenkor különleges alakváltozást, csak megnyúlik a haladás irányában. A legtöbb *Amoeba*-faj azonban protoplasmanyúlványokat, állábakat vagy pseudopodiumokat bocsát ki a testéből, amelyek állan-



12. ábra. *Allogromia ovoides* RHUMBLER rhizopodiumai emésztés közben (M. SCHULTZE nyomán)

dóan változtatják alakjukat, és végül visszahúzódnak a testbe, majd ismét új állábak keletkeznek. Az előre folyó entoplasma a test felületén megszilárdul, ectoplasmává válik, és fordítva, a visszahúzóódó álláb ectoplasmája az entoplasmában elfolyósodik, s entoplasmává alakul vissza. Az állábak alakjuk szerint csoportosíthatók. A legtöbb csupasz testű amóba széles lebenyszerű, ecto- és entoplasmából álló lobopodiumokat képez (1. ábra). A Testaceák állabai az ectoplasmából álló hosszú, vékony, többnyire kihegyesedő fonál alakú filopodiumok. A Heliozoák vékony, sugár alakú axopodiumait erősebb fénytörésű tengelyváz erősíti, amely behatol a test

belsejébe is (2. ábra). Egyes édesvízi gyökérlábúak, főleg azonban a tengeri Radioláriák és a Foraminiferák igen finom, elágazó, néha hálózatosan anasztomizáló rhizopodiumokat képeznek (12. ábra). A pseudopodiumok alakja igen különböző, és az egyes rendszertani csoportokra, sőt fajokra jellemző. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a jellemző pseudopodiumok a környezethatások nyomán erősen megváltozhatnak, tehát sok fajon nem alkalmazhatók szkeptikusan mint a meghatározást szolgáló állandó faji bélyegek. Ennek eldöntésére hosszas és különböző környezeti viszonyok alatt végzett megfigyelések szükségesek. Pl. az *Amoeba radiosa* EHRENBERG sugarasan elhelyezkedő, vékony, hegyes, néha filopodium-szerűen kihúzódó állábai más



13. ábra. Egysejtűek „járó” mozgása. A: *Amoeba proteus* PALLAS pseudopodiumai; — B: *Stylonychia mytilus* STEIN helyváltoztatása cirrusok segítségével (A: DELLINGER—, B: BÜTSCHL nyomán)

Amoeba-fajokon is felléphetnek, amikor nem az aljzaton csúszkálnak, hanem a vízben lebegnek. A pseudopodium-képzés alkalmával a Rhizopoda ragadós anyagot választ el, amely lehetővé teszi, hogy az előre csúszó állat az aljzathoz tapadjon. Az így keletkező ellenállás sokszor arra vezet, hogy az amóba odatapadt teste az előrehaladás alatt hosszúra nyúlik, hátulsó testvége pedig hegyesen vagy bojtszerűen kihúzódik. Ezeket a több fajhoz tartozó amóbákat gyűjtőnéven limax típusúaknak nevezzük. Az amóbák igen gyakran nem tapadnak egész testfelületükkel az aljzathoz. Az *Amoeba proteus* PALLAS-on pl. csak az állábak végei tapadnak az aljzathoz; az állat az állábait váltakozva kinyújtja és visszahúzza, és így valósággal „jár” (13. ábra: A). A gyakori kiszáradásnak kitett *Amoeba verrucosa* EHRENBERG vastag, szívós ectoplasmájával és széles, karélyos lobopodiaumaival guruló mozgást végez. Filopodiumokkal történő helyváltoztatás alkalmával a plasmaszálak vége szilárd aljzathoz tapad. Ha megindul a centripetális plasmaáramlás, az így megrövidülő filopodiumok maguk után húzzák az egész sejttestet.

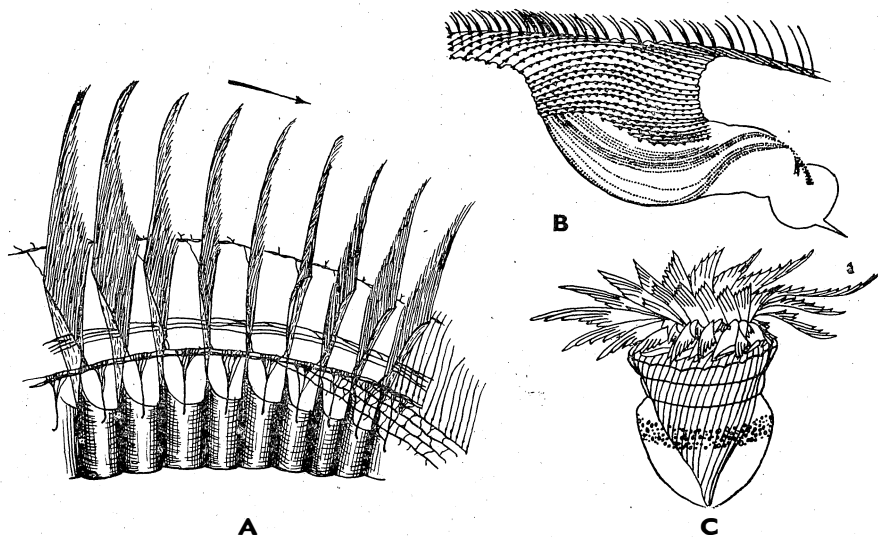
A legtöbb állati egysejtű mozgását a hullámosan csapkodó undulipodiumok váltják ki. Az undulipodiumok lehetnek egy vagy több, a test hosszát többnyire meghaladó ostorok vagy flagellumok, amelyeknek erőteljes csapkodása eredményezi a Flagelláták helyváltoztatását, vagy lehetnek igen sok rövid, finom szőrszerű csillók vagy ciliumok, ezeknek koordinált csapkodása eredményezi a Ciliáták helyváltoztatását.

Az állati ostorosok vagy Zoomastiginák ostora egy vastagabb alapi részből és egy vékonyabb, hullámosan csapkodó fonálból áll. Belsejében egy erősebben fénytörő rugalmas tengelyrost húzódik végig, amelyet egy vékony protoplasmaréteg borít. Az ostor alapi részén látható a szemcse alakú *alapi testecske*, és ebből húzódik egy finom rost, a *rhizoplast*, az ostor-tengely folytatásaként a sejtmaghoz. A Polymastiginák osmiumkeverékekkel kimutatható pálcika alakú *parabasalis készülékei* sok szerző a Metazoák Golgi-féle készülékével azonosítja. Az ostorok száma és eredési helye igen fontos rendszertani bélyeg. Többnyire a test elülső végén erednek, és előre irányítottak. Némely fajon az egyik ostor hátrafelé irányul, és az kormányozza az állat mozgását. Ez az ún. *vontató ostor*. A *Trypanoplasma*-, *Trichomonas*- és *Trachelomonas*-fajok vontatóostora összenő a testtel, és a pelliculát finom hullámzó vagy unduláló hártýává húzza ki (4. ábra: A).

A csillók vagy ciliumok rövid, finom, keresztmetszetükben kerek, kihegyesedő pelliculáris képződmények. Az ostorhoz hasonlóan finom tengelyből és protoplasmaburokból állnak, amely csak a tengely hegyét hagyja szabadon. A csillók nagy tömegüknel fogva csekély méretük ellenére erőteljes mozgást fejtenek ki. Egy-egy Holotricha-faj testét sok ezer csilló fedi. A csillók elrendezése igen változatos és az egyes fajokra jellemző. A csillók egyenként vagy párosával ülnek a pellicula egy-egy bemélyedésében. Némely fajon a szabályos csillósorok árokszerű bemélyedésekből erednek, és csak igen ritkán ülnek bordaszerű kiemelkedéseken. Minden csilló egy szemcse alakú *alapi testecske*ből ered, ezek az ingervezetést szolgáló ún. *ezüst vonalrendszere*ben fekszenek. Az újabb csilló képzését mindig az alapi testecske osztódása vezeti be. A kettéosztódott alapi testecske egyik fele örökli a régi csillót, míg a másik feléből új csilló sarjad ki. Minden testecske tehát a csillóképződés egy-egy központjának tekinthető. Az ostorhoz hasonlóan a csilló alapi testcskéjéből is egy finom rost, a *rhizoplast* indul ki a test belseje felé. A hosszanti sorokban elhelyezett csillók metakrónikusan, a harántsorokba rendezett csillók pedig szinkrónikusan csapkodnak. A csillók összetapadásából komplikált organellumok keletkeznek, amelyek részben a helyváltoztatást, részben a táplálék felvételét szolgálják. Ezek az *unduláló hártýák*, *membranellák*, *pectinellák* és *cirrusok*. A csillósok unduláló hártýája abban különbözik az ostorosok unduláló hártýájától, hogy nem a kihúzott pelliculából, hanem lemezszerűen összetapadt csillókból áll. A membranellák három- vagy négyszögletűek, evezőszerűen csapkodó lemezek, amelyek két vagy több sor összetapadt csillóból állnak. A táplálékszerzést szolgáló membranellák hatalmas ívben szegélyezik a Spirotrichák peristomális mezejét. Támasztásukat bonyolult rostrendszerekből álló támasztókészülék szolgálja. A *Stentor*-fajok membranella-övének támasztókészüléke (14. ábra: A) pl. GELEI megállapítása szerint 250—300 részből áll. A membranellákkal szemben, amelyek a táplálékszerzést szolgálják, és a szájmező körül alakultak ki, a membranulák egyes csillósok testén keletkező apró, egyetlenegy csillósorból álló úszólemezek. A Tintinnidák örvényszerve igen keskeny membranella-szerű lemezekből, a pectinellákból áll (14. ábra: C). Csillói csak az alapi részükön tapadnak össze, míg a felső végük szabadon csapkod. A *Paramecium caudatum* EHRENBERG cytopharynxában a négyosztatú membranellán kívül egy nyolcosoros sűrű, rövid csillókból álló *penniculus* sepri befelé a táplálékot (14. ábra: B). A Hypotrichák ún.

cirrusai hosszú, merev, kihegyesedő vagy rojtos végű függelékek, minden irányban mozgathatók, és az evezésen kívül mint járólábak is szolgálnak (13. ábra: B). Összetapadt csillópamatokból állnak. Keresztmetszetük kerek, tojás alakú, poligonális vagy négyszögletes. Eredeti helyükön az eredeti csillószámának megfelelő számú alapi testecskékből álló bazális lemezre támaszkodnak, amelyhez különleges támasztórendszerek is csatlakozhatnak.

A szilárd pelliculával és támasztóelemekkel rendelkező állati egysejtűek izomrostokhoz hasonlóan működő rostok, az ún. myonéma k segítségével változtathatják alakjukat, és ezzel kapcsolatban bizonyos mozgásokat is végezhetnek. A legelterjedtebbek és legfejlettebbek a myonemák a Peritricha rendben. Összehúzódó nyéllel rendelkező csoportjaiban érték el a legbonyolultabb felépítésüket. A nyél pseudochitinből áll, többnyire víztiszta, átlátszó falán belül látható a zegzugosan vagy csavarmenetesen összehúzódó myonema. Igen behatóan tanulmányozták a Spirotrichákhoz tartozó *Stentor* myonemáinak finomabb szerkezetét. A myonemák szívós fallal körülvett csatornákban futnak végig. Átmérőjük nem kerek, hanem $3-7\ \mu$ magas és $1\ \mu$ széles. Erős nagyításnál a myonemákon harántcsíkot látszik, hasonlóan a Metazoa harántcsíkos izomrostjaihoz. A Gregarinák myonema-rendszere igen bonyolult, és a férgek bőrizomtömlőjéhez hasonlóan hosszanti és harántrostokból áll. Utóbbiak kör alakú vagy spirális lefutásúak, és gyakran anasztomizálnak egymással. A harántmyonemák néha annyira finomak, hogy csak igen nehezen mutathatók ki. A Gregarinák myonema-rendszere nemcsak a test összehúzódását, valamint csuklómozdulatokat tesz lehetővé, hanem a harántbefűződések által peristaltikus mozgást is. Lebegő életmódot folytató egysejtűeken, pl. a Radioláriákon és sok édesvízi Testáceán (*Arcella*-fajok) meg-



14. ábra. A: *Stentor*-faj membrana-övezetének támasztókészüléke vázlatosan; — B: *Paramecium caudatum* EHRENBERG cytopharynx-a, rajta láthatók a csillók alapi testecskéi, a négyosztatú membrana és a penniculus; — C: *Petalotricha ampulla* pectinella-koszorújával (A és B: GELEI—, C: IFJ. ENTZ GÉZA nyomán)

figyelhető, hogy azok időszakosan a víz felszínére emelkednek, majd ismét lesüllyednek, ugyanekkor megfigyelhető, hogy testükben gázvakuolák képződnek.

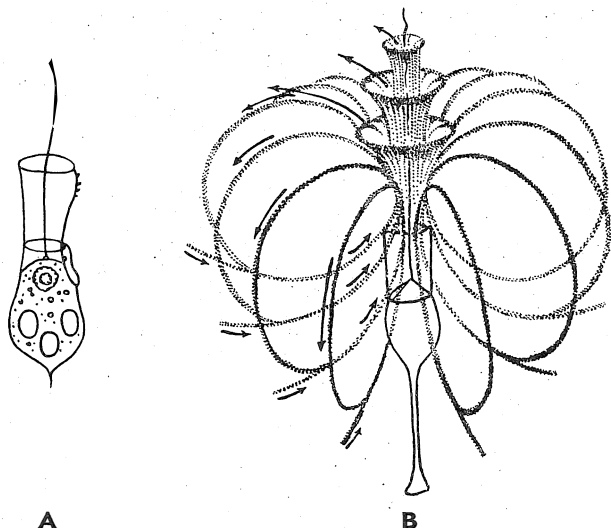
A Protozoák a Protophytákkal szemben *heterotroph* szervezetek. Testük felépítésére szerves anyagok szükségesek. A táplálékfelvétel oldott szerves anyagok vagy formált táplálék alakjában történik.

A szabadon élő állati egysejtűek közül csak bizonyos Flagelláta-fajok táplálkoznak szervetlen sókon kívül kizárólagosan oldott szerves anyagokkal. Ezek az oldott anyagok más szervezetek ürülekeiből és bomlási termékeiből származnak. Az ily módon táplálkozó Protozoákat Saprozoáknak nevezzük. Legelterjedtebb az oldott szerves anyagokkal való táplálkozás az élősködő Protozoák között. A Trypanosomidae- és a Sporozoa-fajok kivétel nélkül ozmotikus úton veszik fel az oldott szerves anyagokat. Hasonló módon táplálkoznak a bélben élő ostorosok közül a *Lambli*a-fajok, valamint az Astomata alrendbe tartozó csillósok, amelyeknek szája a parazitikus életmóddal kapcsolatban másodlagosan visszafejlődött. Vannak paraziták, amelyeknek a test egész felülete képes oldott szerves anyagok felvételére. Más, a gazdaállat különböző testrészeiben élő fajok esetében azonban feltételezhető, hogy a táplálékfelvétel az élősködő meghatározott testrészeire korlátozódik. A legtöbb bélben lakó *Gregarina* pl. életének túlnyomó részében az epimeritté (9. ábra) átalakult feji részével a gazdaállat bélfalába horgonyozza le magát, és mélyen behatol a hámsejtek közé, míg a test többi része a bélsárban fekszik. A lehorgonyzás részben a test rögzítését szolgálja a bélsárral történő elsodrás ellen. Fő célja azonban az, hogy a bél falába fúródó epimerit, illetve az epimeritet képviselő test többi részétől harántfallal elválasztott protomerit hasznosabb tápanyagokat szívhasson fel a bélhámból, mint amilyeneket a bélsár tartalmaz. Az amöboid mozgásra képes, lágy felületű egysejtűek testük bármelyik részén képesek a táplálékot bekebelezni. Szilárd testfelülettel, állandó testalkattal rendelkező fajok ezzel szemben csak a testük meghatározott helyén keletkező pseudopodiumon, szájnyláson vagy szívótapogatókon keresztül veszik fel a táplálékot. Az *Ameoba*-fajok a táplálék okozta vegyi inger hatására állabot bocsátanak ki. Az elfolyósodó protoplasma körülfolylja a táplálékot, majd visszahúzódik a testbe, és így magával viszi a folyadékkal telt tápvakuolába zárt táplálékot. Héjjal ellátott Rhizopodák ezzel szemben nem képesek a héj nyílásánál nagyobb táplálékot felvenni. Néha fonálszerűen finom állabaikkal megragadják zsákmányukat, és bőséges protoplasmával veszik körül. Ilyenkor a héjon kívül indul meg az emésztési folyamat; mintha egy külön kis amöbba alakult volna ki az emésztés alatt levő táplálék körül (12. ábra). Bizonyos idő elteltével a nyúlványok a megemésztett, most már folyékony táplálékkal együtt visszahúzódnak a testbe, és csak a meg nem emésztett részecskékből álló salakkrög marad vissza.

A helyhez kötött állati egysejtűek táplálékfelvételének legősbibb formáját a Choanoflagelláták mutatják. A táplálék gyűjtésére szolgáló finom, hártyszerű galler tövében levő üregben, az ostorcsapkodás által keltett örvénytölcsérben odasodródó táplálékrészecske érintésére egy igen apró állab keletkezik, amely azután a Rhizopodákhoz hasonlóan bekebelezi a táplálékot (15. ábra).

Igen változatos a csillósok szája vagy *cytostoma* ja és környékének az ún. *peristomális mező* nek a kialakulása a táplálékfelvétel szolgálatában. A táplálékszerzés módja szerint a csillósok két biológiai cso-

portot képeznek. Az örvénylők túlnyomó része helyhez kötött, sessilis formák. De sok szabadon úszó, mozgó formára is jellemző, hogy táplálkozás közben gyakran egy merevebb farki csillóra vagy tüskére támaszkodva, egy helyben ülve örvényt keltenek, amely az apróbb táplálékot a cytopharynxba sodorja. A ragadozó fajok ezzel szemben vadásznak, és többnyire nagyméretű zsákmányukat a szájniylással ragadják meg. A száj annyira tágu-lékony, hogy néha valósággal ráhúzzák az áldozatra. Többnyire igen gyors úszásra képesek, mások viszont mozdulatlanul lesben állnak. Ilyen pl. a hosszúra kinyújtható trichocysta-tapogatókkal felszerelt *Legendrea bellorophon*



A

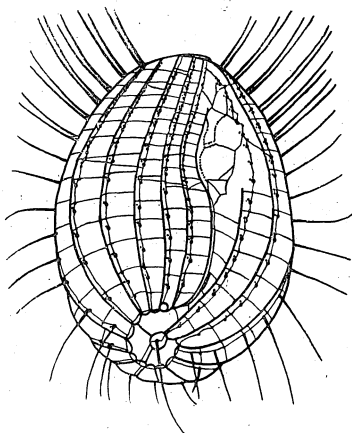
B

15. ábra. Choanoflagelláták táplálékfelvétele. A: *Codonosiga botrytis* L. KENT. A test jobboldalán táplálékgyűjtő üreg, a pellicula és a váz között keletkező apró pseudopodiumokkal; — B: az ostor csapkodása által keletkezett vízörvény a gallérba sodorja a táplálékot (A: BURCK—, B: DOGELY nyomán)

PENARD (11. ábra). A *Lacrymaria olor* O. F. MÜLLER csöndesen egy helyben fekszik, és csak a testméretének nyolcszorosára kinyújtható nyaki részével kutatja át a környezetét. Az áldozat megragadását elősegítik a trichocysták, illetve trichitek, lenyelését pedig megkönnyíti a ragadozóknál igen gyakori ún. vaskészülék (4. ábra: B). Az örvénylők szájniylása a ragadozók felületi szájniylásával szemben a peristomális mező teknő vagy kúp alakú, gyakran nyelőcsőszerűen kihúzott mélyedésében, a vestibulumban fekszik. Ezt a részt cytopharynxnak nevezzük. Alsó végén látható a telítődő tápokd vagy táplálékvakuo (14. ábra: B). Alakja és nagysága fajoként jellemző. Ha a megfelelő nagyságot elérte, lefűződik a pharynx alsó végéről, és besodródik az entoplasmába. A cytopharynx az ectoplasma betüremkedése, és rajta a táplálék besodródása érdekében változatos alakú organellumok, a négyosztatú membranella vagy membrana quadripartita és a penniculus differenciálódtak (14. ábra: B).

A Suctoriák cső alakú szívótapogatóikkal szívják ki az áldozatot. A messzire kinyújtható fogótapogatók csúcsa többnyire gömbszerűen meg-

vastagodott. Finom pórusain bénító nedvet és emésztő fermenteket bocsátanak ki, amelyek először az áldozat pelliculáját, majd protoplasmáját, és végül sejtmagját is feloldják. A fogótapogatók ekkor megrövidülnek, és odahúzzák az áldozatot a rövid szívótapogatókhoz, amelyek a megemésztett, elfolyósodó anyagot felszívják. Az emésztési folyamatok legfeltűnőbbek a formált táplálék felvétele alkalmával. A cytopharynx alján lefűződő tápodu ugyanis teljesen belesodródik az entoplasma áramlatába, és tartalma ott fokozatosan megemésztődik. A meg nem emésztett részecskék végül elhagyják a sejtestet. Eltávolításuk a Rhizopodák esetében, a táplálékfelvételhez hasonlóan, a test bármelyik részén történhetik. Az állandó testalkattal rendelkező Protozoák azonban egy meghatározott helyen, és pedig a salak érintésére megnyíló



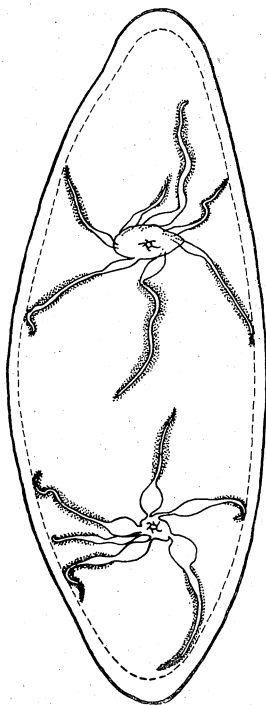
16. ábra. *Uronema marinum* DUJARDIN neuronema- (vékony vonalak) és vázrendszere (vastag vonalak) (GELEI nyomán)

a l r é s e n v a g y c y t o p y g é n k e r e s z t ü l ü r í t k i. A Peritrichákon maga a cytopharynx fala nyílik meg a salak eltávolítására. A legtöbb állati egysejtűn azonban a szükség szerint keletkező cytopye helyén nem találunk preformált morfológiai kikülönülést. A legmagasabbrendű csillósokon az ezüstvonalrendszer vizsgálatához használt festőeljárásokkal kimutatható az i r á n y m e r i d i á n b a b e i k t a t o t t c y t o p y g e, a m e l y s z ű k s é g e s e t é n s z é t n y í l i k, majd ismét összeforr (16. ábra).

A Rhizopodák és Ciliáták között vannak fajok, amelyeknek entoplaszmája az autotroph szervezetekéhez hasonlóan zöld vagy zöldesbarna testecskéket tartalmaz. Ezek a testecskék azonban nem táplálékként bekebelezett, többé-kevésbé megemésztett autotroph egysejtűek, hanem az egysejtűek belsejében élő symbionták. Ez az intracelluláris symbiosis a kölcsönös anyagcsere érdekében jön létre, és pedig egyrészt édesvízi állati egysejtűek, Amoebák, Testaceák, Heliozoák és Ciliáták, másrészt a Protococcaceákhoz tartozó Zoochlorellák között. Az állati egysejtű osztódásakor a symbionták közel egyenlő mennyiségben oszlanak meg a fiókaegyedek között. Sok állati egysejtű képes oxigénben szegény vagy oxigénmentes környezetben is élni, mert intracelluláris symbiontaiktól nyeri a szükséges O_2 -mennyiséget. Különösen H_2S -ben bővelkedő rothadó iszapon élő Ctenostomata-fajokban igen elterjed-

tek a symbiontikus baktériumok. Közülük igen fontosak a zöld kénbaktériumok, amelyek élettevékenységük során O_2 -t szabadítanak fel.

A legtöbb szabadon élő állati egysejtűn kimutatható az ún. p u l z á l ó v a k u o l a, vagy l ü k t e t ő h ó l y a g. Meghatározott ütemben folyadékot vesz fel, amíg a fajra jellemző nagyságát eléri (diastole), majd kiüríti a tartalmát, és ismét összeesik (systole). Változó testű állatokon a lüktetőhólyag nincsen meghatározott helyhez kötve, és a test bármelyik részén keletkezhet. Telítődése alatt a protoplasma áramlása tovasodorhatja. De már



17. ábra. *Paramecium caudatum* EHRENBERG kiválasztórendszere (GELEI nyomán)

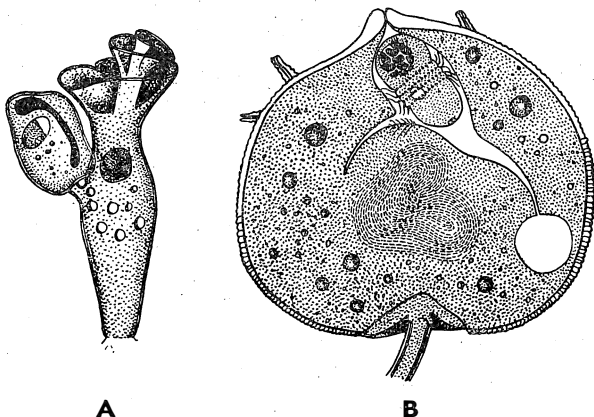
az amőbák között is ismerünk fajokat, amelyeknek lüktetőhólyaga a test hátulsó végéhez kötött, sőt szilárdabb pelliculával rendelkező fajokon egy már preformált exkreciós póruson keresztül ürül. Az állandó testalkattal rendelkező Ciliáták és Flagelláták túlnyomó többségének lüktetőhólyaga és kivetépórusa szigorúan helyhez kötött, és így jellemző faji bélyeg. Csak bizonyos fiziológiai folyamatok során, pl. a betokozódás előtt hagyják el megszokott helyüket. Felépítésében a lüktetőhólyag igen változatos. Legkezdetelegesebb az egyszerű hólyagocska, amely a szükségnek megfelelően keletkezik, majd megtelve, a test felületén szétpukkad. Bonyolult és igen változatos szerkezetű a magasabbrendű csillósok kiválasztórendszere. Legfejlettebb a *Paramecium caudatum* EHRENBERG-nek egész testét átjáró, sugár alakban elrendezett gyűjtőcsatornákkal kapcsolatos lüktetőhólyagja (17. ábra). A gyűjtőcsatornák három szakaszra tagolódnak: 1. a szekretorikus végső szakaszra,

amelyet egy osmiophil plasmaréteg, az exkreciós vagy nephridiális plasma borít, 2. egy erősen kitágult részre, az ún. ampullára és 3. egy rövid csatlakozórészre, amely az ampullát a tartályként működő hólyaggal összeköti. Az egész kiválasztórendszert egy lipoid hártya borítja, amely a hólyag körül rendkívül vékony. Amint a hólyag kiüríti a tartalmát, az ampullákból újabb víz tölti meg. A porus excretorius felé egy hártyaszerű szelep zárja el a kiválasztórendszert. Egy-egy kiválasztórendszernek lehet egy vagy több kivezetőnyílása. Ezeknek a száma állandó, és így pl. a *Paramecium*-fajok esetében fontos faji bélyegként szerepel. A gazdaállat belében vagy hólyagjában élősködő Protozoákon kivételesen találunk „nem pulzáló”, néha bonyolultabb kiválasztórendszereket. Üritésük ritkán történik. Felépítésük és üritésük gyakorisága a környező médium töménységének a függvénye.

Bár az állati egysejtűek sokféle inger érzékelésére képesek, alaktanilag differenciálódott érzékszervcskéik csak a vegyi érzékelés és a tapintás szolgáltatában alakultak ki. Ezek az ún. chemo-, illetve tangoreceptorok. A mozgás organellumai fokozottabban érzékelik az érintési ingereket mint a sejttest többi része. Mint már említettük, vannak ragadozó csillósok, amelyek nyugodtan ülnek prédájukra lesve. Csillóikat mereven kinyújtják. Érintési vagy vegyi inger hatására mármint ezek a csillók megmozdulnak, és az állat hirtelen ugrásszerűen ráveti magát az áldozatára. A mozgékony csillók között azonban igen gyakran találhatók olyan csillók amelyek nemcsak a lesben ülő állaton átmenetileg merevek, hanem mindig, és amelyek legtöbbször hosszabbak is. Így pl. a *Paramecium caudatum* EHRENBERG és a *P. aurelia* EHRENBERG hátulsó testvégén található egy hosszabb és mindig merev pamatszerű csillócsomó. A *P. bursaria* FOCKE-n és a *P. putrinum* CLAP. & LACHM.-on ez a merev csillópamat a hátoldalra tolódott el. Feltehető hogy a Flagelláták merev vontatóostorához hasonlóan kormányozza az állat mozgását. Ezzel kapcsolatban egyúttal azonban azt is feltételezhetjük, hogy mind a vontatóostor, mind a merev csillópamat nyomáskülönbségek érzékelésére képes. A thigmotaktikus Hypotrichák előszeretettel mászkálnak az aljzaton. Hátoldalukon a csillósorok merev tapintósörtékké alakultak át. Ezek a sörték — a csillókhoz hasonlóan — 1—1 alapi testecskehől erednek, amelyet csillag alakban több, a trichocystához hasonló orsó alakú képződmény vesz körül. A tapintósörte alsó részét egy finom hártyas henger övezi. Az egész érzékszüléket GELEI s e n s u c y s t á n a k nevezte el. Ugyancsak ő mutatta ki a Gymnostomátákhoz tartozó *Trachelophyllum*-fajokon a száj szomszédságában szabályos páros sorokban rendezett sörtéket, amelyek jóval rövidebbek, mint a test egyéb tájain elhelyezett tapintósörték. Ezeket az ízlelés és a szaglás érdekében kialakult chemoreceptoroknak tekinti. Az állati egysejtű valamely inger hatására nem reagál csupán az inger által érintett testrészrel, hanem egész szervezetével. Ezt legjobban megfigyelhetjük a Holo-trichákon, amidőn az inger hatására teljes csillóbundájuk koordinált mozgásával felelnek, és nemcsak azzal a kis csillómezővel, amelyet az inger érintett. Ezt a folyamatot az ezüstnitráttal impregnálható neuromotorikus készülék szabályozza. Az ingervezetés azonban nem korlátozódik csak erre az ezüstvonalrendszerre, minthogy az egész sejttestet kitöltő protoplasma is ingervezetésre képes. A protoplasma ingervezető képessége a legegyszerűbb Protozoák egyszerű élettevékenységeinél feleslegessé teszi a specifikus ingervezető elemek kialakulását. A neuromotorikus készülék subpellicularisan fekszik, és teljesen zárt rendszert alkot, amely nemcsak a mozgás

érdekében kialakult csillókat, hanem a test összes organellumait is összefoglalja (16. ábra).

A Protozoák ivartalan szaporodásának egyik módja az o s z t ó d á s. Legegyszerűbb formájában az anyaállat teste és a benne levő mag befűződik, majd két, nagyjából egyforma nagyságú fiókaegyedre oszlik. Ezzel befejeződik maga a szaporodás folyamata, és következik a növekedés fázisa, amikor a két fiókaegyed eléri a fajra jellemző nagyságot. Magasabbrendű egysejtűeken az osztódásból keletkezett fiókaegyedeknek számos organellumot újjá kell alakítaniuk. Leggyakrabban az egyik fiókaegyed megtartja az anyaállat szervecskéit, a másik pedig újakat képez magának. A harántul oszló csillósok egyik egyede megtartja a peristomális mezőt a cytopharynxal, a másik pedig a hátulsó testvéget a hozzá tartozó szervecskékkel. Az egyiknek



18. ábra. A: *Spirochona gemmipara* STEIN külső bimbózása; — B: *Choanophrya infundibulifera* HARTOG belső bimbózása (A: HERTWIG—, B: COLLIN nyomán)

tehát a mellső, a másiknak a hátulsó végét kell újjáképeznie. Gyakori az az eset, amikor a régi organellumok osztódás közben felbomlanak vagy átcsoportosulnak, és az osztódás befejeztével újjáalakulnak. Az osztódáshoz hasonló folyamat a b i m b ó z á s, amidőn az anyaállat testéből egy vagy több, jóval kisebb egyén sarjadzik. Később ezek a bimbózással keletkezett egyedek leválnak, és megindul bennük az anyaállathoz hasonló organellumok kifejlődése. A bimbózással való szaporodás jellemző a Chonotricha és a Suctorior rend tagjaira. A Suctoriákon kétféle bimbózási forma észlelhető. Az egyik a Chonotrichákéhoz hasonló külső bimbózás, a másik az ún. belső bimbózás; az anyaállat testében kialakuló költőtérben egy csillós rajzó fejlődik, amely végül kiszabadul, s a költőtérben csak a rajzó nyele és a költőtér burka marad vissza (18. ábra). Az ivartalan szaporodás harmadik módja a Sporozoákra jellemző s c h i z o g o n i a. A sejtmag ismételt osztódása után a sejtest annyi m e r o z o i t r a esik szét, ahány új mag keletkezett. A Haplosporidiákon a schizogonia helyett gyakran ún. p l a s m o t o m i a észlelhető, amikor a felnőtt korban sokmagvú plasmodium többmagvú plasmarészekre osztódik. Minden osztódási folyamatnak két szakasza van, minthogy a plasmatest osztódását mindig a mag osztódása előzi meg.

A Protozoák sejtmagja mitotikusan osztódik. Kivételt képez az Euciliáták nagymagja, a macronucleus, amely amitotikusan osztódik. Egyszeri osztódás alkalmával a mag is ketté oszlik, többszörös osztódás alkalmával pedig a mag annyiszor osztódik, ahány fiókaegyed kerül ki az anyaállat testéből. Az amitotikus osztódás alkalmával a csillósok hólyagos magja megnyúlik, és súlyzószerűen befűződik mindaddig, amíg a befűződés helye átszakad. A két magrészt eltávolodik egymástól, és ismét lekerekedik. A hólyagos magtól eltérő, változatos alakú nagymagvak állománya ezzel szemben először összehúzódnak, s a mag megközelítően gömb alakot vesz fel, és csak utána kezdődik a befűződési, majd osztódási folyamat. Míg az osztódás alkalmával az anyaállat két, közel egyforma nagyságú fiókaegyedre esik szét, addig a bimbózással keletkezett egyén az anyaállatnak csak egy töredékét képezi. Ilyen állatokon a nagymag osztódása is heteropoláris. A sejttest bimbózásának megfelel a nagymag bimbózása a leváló protoplasmatömeg nagyságának megfelelően. Az állandó testalkattal rendelkező Protozoák teste polárisan differenciálódott. Az osztódás iránya a hossz tengellyel párhuzamos vagy arra merőleges. Ezek az állati egysejtűek tehát hosszanti vagy harántosztódással szaporodnak. Sok Testácea-fajon mindkét osztódási irány lehetséges, és a héj minéműségétől függ. Puha, testhez simuló héj esetén hosszanti osztódás figyelhető meg, mint-hogy a héj követi a test alakváltozását és vele együtt osztódik. A legtöbb Testácea-faj héja azonban a berakódott idegen testek következtében kemény. Ezeknél a testplasma fele kifolyik a héj nyílásán, és új héjat képez. Ha a héj tisztán szerves eredetű anyagból áll, akkor az állat azt hirtelenül választja el a testéből. Az *Euglypha*-fajok a szerves alpanyagból álló héjukat a testükön kiválasztott kovalemezekkel erősítik meg, a *Diffflugia*-fajok pedig kovaszemcsékkel és más idegen testekkel. Ezek a szervetlen építőanyagok lassanként vándorolnak a test felületére, ott széjjeloszlanak, beépítődnek a szerves alpanyagba (8. ábra), és csak azután történik harántirányban az osztódás. Az állati ostorosok hosszanti osztódással szaporodnak, és pedig a legtöbb növényi ostorossal szemben mozgó állapotban osztódnak. A csillós egysejtűek harántirányban osztódnak, és csupán a helyhez kötött, sessilis életmódhoz alkalmazkodott Peritrichákra, Chonotrichákra és Suctoriákra jellemző a hosszanti osztódás, amely a helyhez kötött életmód következtében másodlagosan bekövetkezett tengelyeltolódás eredménye. A csillósok osztódása szabadon mozgó állapotban történik. Ritkák azok a fajok, amelyek az osztódás idejére betokozódnak, és kétszeri osztódás után mint teljesen kifejlett állatok bújnak ki a cystaburokból. A szabadon osztódó csillósokon először mély körárok keletkezik a későbbi átfűződés helyén, majd megindul a hiányzó organellumok képzése és a meglévők átcsoportosítása. Az új cytostoma mindig a régiből keletkezik. Fejlődése leggyakrabban a régi cytostoma kitüremkedéséből indul ki. A Holotrichák varsakészüléke a cytostoma osztódása alkalmával először feloldódik, majd mindkét cytostomában végleges nagyságban újra képződik. A lüktetőhólyag is a régiből képződik. A régi hólyag nephridialis plasmájából e célra leválik egy rögcse az új hólyag kezdeményével, és a megfelelő helyre vándorol. A Hypotrichák bonyolult mozgásszervecskéinek újjáképzésével kapcsolatban resorpciós folyamatok figyelhetők meg. Az osztódás alkalmával a cirrusok, érzőszórték és a száj körüli membranellaöv proximális része resorbeálódik, és az osztódásból kikerülő állatokon újra képződik. Az alapi testecskek osztódásából láncok és mezők keletkeznek, amelyek egymástól eltávolodva az új érzőszórték, cirrusok és membranellák alapjait képezik. A helyhez kötött

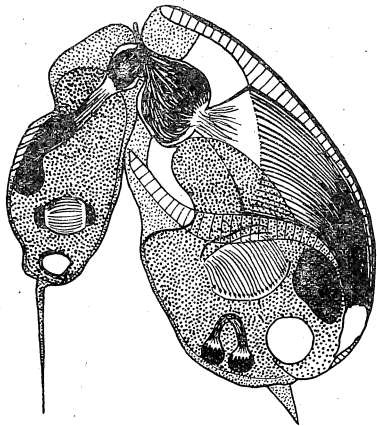
Peritrichák hosszanti osztódása a nyélen történik. Az osztódás befejezése után az egyik fióka öröklí az anyaállat nyelét, míg a másik egy hátulsó, a *boralis* csillókoszorút képez, és leválik a régi nyélről. Rövid ideig mint rajzó úszik a vízben, amíg megtalálja a megfelelő aljzatot. Ott azután a thigmotaktikus inger hatására megindul a régi nyél eredési helyéről, a *scopolából* az új nyél képzése. Vannak azonban esetek, amikor az állatok az osztódás után nem válnak le a nyélről, hanem együtt maradnak. Így keletkeznek a Peritrichák több családjának jellemző telepei, amelyekben nemcsak az egyes állatok, a *zooidok* osztódnak, hanem a nyelek is gyakran fa vagy bokor alakban elágaznak. Élősködő egysejtűeken nyélképződés nincs, és az osztódásból kikerült és szét nem vált állatok láncokat képeznek.

Az ivartalan szaporodás mellett az állati egysejtűek körében igen elterjedt az *ivaros szaporodás* is, éspedig két, egymástól eltérő megtermékenyítő formában. *Kopulációról* beszélünk akkor, ha a két egyed egyesül, azaz ha véglegesen egymással egybeolvad. *Konjugációról* pedig akkor, ha két egyforma vagy egymástól eltérő egyén részleges és átmeneti egyesüléséről van szó, amelyek bizonyos magrészek kicserélése után ismét szétválnak. Ha a gamétákként viselkedő egyedek külső megjelenésükben és méretükben egyformák, akkor *isogamiáról* beszélünk. Jóval gyakoribb azonban az ún. *anisogamia*, amikor az egymással egyesülő egyének élesen eltérnek egymástól. Leggyakoribb a nagyságbeli különbség, és ilyenkor a két ivari egyedet *macrogametának* és *microgametának* nevezzük. Az iso- és anisogamia között mindenféle átmenet lehetséges. Anisogamia esetében a munkamegosztás messzemenő alakváltozáshoz vezet. A hímnemű gamétákra hárul ugyanis az aktív szerep, a nőnemű gaméta felkeresése. Azért mindig mozgásra képesek, sőt a Coccidiák hímnemű gametái ostonnal is rendelkeznek. Alakjuk karcsúbb, mint a jóval nagyobb és a testében sok tartaléktápanyagot felhalmozó női gaméta. Külső megjelenésében tehát a hím gaméta mindinkább megközelíti a Metazoák hím csírasejtjét, a női gaméta pedig a petesejthez válik hasonlónvá. Azért az anisogamia legszélsőségebb fokát *oogamiának* nevezzük. Oogamia egyes Gregarináknál, főleg azonban a Coccidiáknál fordul elő. A megtermékenyített macrogaméta, a zygota, mozdulatlan *oocystát* képez. A Haemosporidiák megtermékenyített macrogametája azonban először mozgó, féreg alakú *ookinétává* alakul át, majd rendeltetési helyére jutva, mozdulatlan, kerek oocystává válik.

A konjugációnak nevezett megtermékenyítési folyamat a csillós vég-lényekre jellemző. A konjugáló egyedek a kopuláló egyedekkel szemben nem viselkednek mint ivarsejtek, hanem mint ivari terméket termelő hímek, illetve nőtények. Ivari termékeknek foghatók fel az ivarzás idejére átalakult magvak, amelyeket a konjugánsok kölcsönösen kicserélnek. A konjugánsok — a Peritrichák és a Chonotrichák kivételével — rendszerint a cytostoma területével olvadnak össze (19. ábra). E folyamat közben a legtöbb esetben a cytostoma resorbeálódik, és csak a konjugáció befejeztével alakul ki újra. A konjugánsok gyakran teljesen egyenlők, mint pl. a *Paramecium*-fajok esetében. Sok más csillósfajon azonban anisogamia lép fel. Néha csak nagyságbeli különbség tapasztalható, néha azonban szervezeti különbségek is vannak. Így pl. az Ophryscolecidákhoz tartozó *Opisthotrichum Janus* DOGELY (19. ábra) microgonidiumain hiányzik a páncél, és a hátulsó testvég tüskéje is eltérő alakú. A mikrokonjugáns micronucleusa is jóval nagyobb, mint a macrokonjugánsé. E faj isogam konjugánsai mellett fellép azonban két egymással

teljesen egyforma macrokonjugáns is, de sohasem sikerült megfigyelni két mikrokonjugáns egyesülését. Az anisogam konjugáció legszélsőségesebb formája a helyhez kötött Peritrichákon lép fel, amidőn a négyszeri osztódásból keletkezett microgonidium rajzóállapotban felkeresi a nyélen ülő macrokonjugánst. A Peritrichák konjugánsai a konjugáció után nem válnak szét, hanem csak a macrokonjugáns alakul át megtermékenyített zygotává, míg a mikrokonjugáns a mag és a testtartalom legnagyobb részének átadása után mint maradéktest elpusztul.

Az egyszerű osztódással szaporodó Protozoák már osztódásuk pillanatában, a magasabbrendű fajok pedig rövid ideig tartó reorganizáció után teljesen



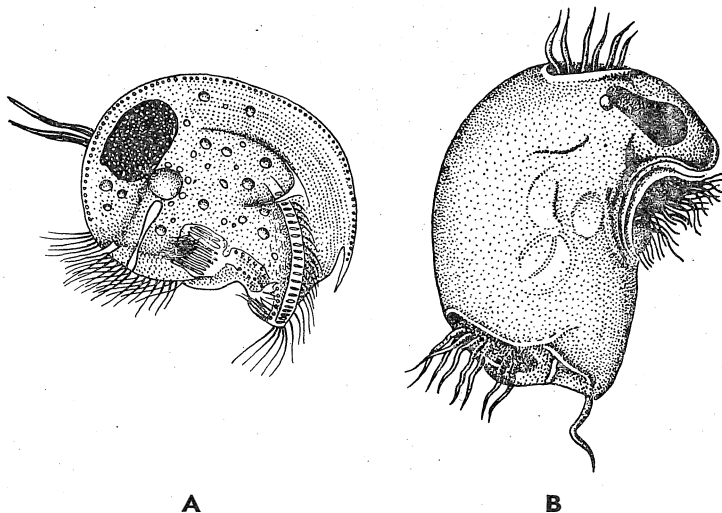
19. ábra. *Opisthotrichum Janus* DOGELY anisogam konjugációja (DOGELY nyomán)

egyeznek az anyaállat testalkatával. A betokozódó egysejtű is elveszíti organelumainak nagy részét, különösképpen mozgásszervecskéit, és azokat a tokból kibújva újra képezi. A gazdacserével fejlődő élősködő állati egysejtűek azonban fejlődésük különböző szakaszaiban feltűnő alakváltozásokon mennek át. Legfeltűnőbb az egyedfejlődés során beálló alakváltozás a sokszoros osztódással, gazdacserével és nemzedékváltakozással fejlődő Sporozoókon. A szabadon élő, bimbózással fejlődő állati egysejtűeken bizonyos „embrionális” állapot előzi meg a teljes kifejlődést.

A Protozoák élete nedvességhez kötött. Ha a környező víz kiszárad, vagy az élősködő egysejtű életpályája során szárazra kerül, akkor vagy elpusztul, vagy betokozódik, és így latens életet élve vészeli át azt az időt, amíg ismét nedves környezetbe jut. Ez magyarázza meg azt a tényt, hogy a gyakran kiszáradó talajt, iszapot, homokot és mohapárnákat eső után gazdag Protozoa-fauna népesíti be. De nemcsak az esős éghajlat alatt találhatók meg a cystáik, hanem a sivatag homokjából is sikerül egysejtűeket kitenyészteni, mert a cysták a szél szárnyán messzire eljutnak.

Földrajzi elterjedésükről az eddigi tapasztalatok azt látszanak igazolni, hogy az édesvízi állati egysejtűek legtöbbje kozmopolita, és csak előfordulásuk gyakorisága változik a földrajzi tájak szerint. A parazitikus Protozoák földrajzi elterjedését elsősorban a gazdaállat elterjedése szabja meg. Fontos szerepet játszanak ezen kívül a klimatikus viszonyok is. Különösen a meleg vérű gerincesekben élősködő fajok alacsony hőmérsékleten a gerinctelen köztigazdában életképtelenné válnak. Ezért a vérparaziták főleg a meleg égöv alatt terjedtek el. A trópusi malária kórokozója nálunk is előfordul, de 16°-nál alacsonyabb levegőhőmérsékleten már nem fejlődik ki a szúnyogban, és ezért a mérsékelt égöv alatt csak ritkán és főleg nyáron lép fel.

A Sporozoák kizárólag parazitikusan élnek. A Rhizopodák közül az összes Radioláriák és — kevés kivételtől eltekintve — a Foraminiferák is tengeri állatok. A Heliozoák és Thekamoebák túlnyomó része édesvizekben él, csak az Amoebák között fordulnak elő élősködő fajok is. A Ciliáták túlnyomó többsége édesvízi fajokból áll, csupán a Tintinnidák élnek főleg a tengerekben. Az állati Flagelláták túlnyomó része édesvízi szervezet, sőt nagy részük parazitikus életmódot folytat. A Protozoák tehát a legváltozatosabb összetételű és sűrűségű közegekben élnek. Életük során gyakran nagy és néha hirtelen bekövetkező környezetváltozásoknak vannak kitéve. Különösen az időszakos kis vizekben és a parazitikusan élő, gazdaszerével fejlődő fajoknak igen nagy az alkalmazkodási képességük, elsősorban az ozmotikus nyomás változásaival szemben. Kísérletileg sikerül több édesvízi állati egysejtűt fokozatosan nátron- és konyhasótartalmú vízbe átvinni és fordítva, nátron- és konyhasótartalmú vizekből fokozatos hígítással édesvízbe. Hirtelen bekövetkező változások alkalmával az ilyen örökké változó környezetben élő fajoknak nagy része több μ vastagságú kocsonya- vagy tektinburkot



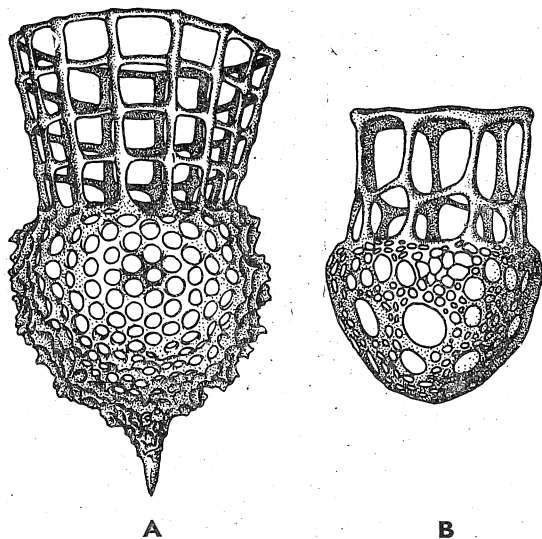
20. ábra. Alak-konvergencia. A: *Epalxis* sp. (sapropelikus Ctenostomata-faj), B: *Triadinium* sp. (kommensalista Entodiniomorpha-faj) (DOGELY nyomán)

képez, amely megóvjá az állatot a hirtelen bekövetkező hígulás vagy besűrűsödés káros hatásával szemben.

Az édesvízi állati egysejtűek között vannak fajok, amelyek igen különböző természetű vizekben és a legkülönbözőbb életkörülmények között is életben maradnak, sőt szaporodnak is. Ezek az ún. euryoek fajok, és miután csaknem mindenütt fellelhetők, ubiquistáknak is nevezzük őket. Mások viszont csak egészen sajátos életviszonyok között képesek élni, és így az illető víztípus fizikokémiai viszonyaira jellemző bioindikátorok. Ezek az ún. stenoeek fajok. Néha csak egy-egy külső tényező szabja meg a faj előfordulását, mint pl. a sótartalom, pH, O_2 -tartalom, a táplálék és az oldott szerves anyagok minősége és mennyisége; leggyakrabban azonban több tényező vagy a biocénózis többi tagjaival szemben kialakult kölcsönhatások döntik el egy-egy bizonyos faj optimális életviszonyait, előfordulásának gyakoriságát, valamint számarányának nagyságát. A különböző tényezők kölcsönhatása az életfeltételeknek oly sok és egymástól eltérő kombinációit eredményezheti, hogy a legtöbb faj esetében szinte lehetetlen, hogy megállapítsuk a faj előfordulásának vagy hiányának az okát. Ha azonban csak egyes tényezőket ragadunk ki, akkor azok alapján mégis bizonyos ökológiai csoportokba foglalhatjuk össze az édesvízi állati egysejtűeknek legalább egy részét. Gyakorlati jelentőségű pl. a víz tisztasági vagy szennyezettségi foka, vagyis a bomló szervesanyag-tartalom szerinti csoportosítás. Az egysejtűek táplálék- és oxigénigényük szerint a víz különböző tisztasági fokához alkalmazkodtak. KOLKOWITZ és MARSSON felismerték a víz szennyezettségi foka és bizonyos szervezetek szabályos fellépése közötti összefüggés nagy jelentőségét, és a tapasztalatuk alap-

ján felállították az ún. *saprobionta* rendszert, amely bizonyos korrekcióval még ma is az alapját képezi az ivóvíz-, szennyvíz- és halászati biológiai vizsgálatoknak. A vizek bomló szerves anyagokkal való szennyezettségétől az öntisztulásáig, vagyis a szerves anyagok mineralizálásáig haladva megkülönböztetik a *polysaprobiontá*k, *mesosaprobiontá*k és *oligosaprobiontá*k csoportjait. Külön csoportba foglalták a tiszta források és kutak hideg vizében élő *katharobionta* fajokat.

A *polysaprobiontá*k szennyvizek lakói. Élénk fehérjebomlást, gázképződést és O_2 -hiányt jeleznek. Ez az életközösség fajokban igen szegény, egyedekben ellenben igen gazdag. Legjellemzőbb tagjai a szintelen Flagelláták, a *Paramecium putrinum* CLAP. & LACHM. és a *Vorticella microstoma* EHRENBURG több formája. A *mesosaprobionta* csoport előrehaladottabb öntisztulást jelez, amidőn a redukciós folyamatokat már legnagyobbbrészt oxidációs folyamatok váltják fel. Igen sok zöld Flagelláta mellett jóval kevesebb a szintelen



21. ábra. Váz-konvergencia. A: *Cycladophora* sp. (Radiolária-faj), B: *Dictiocysta* sp. (Oligotricha-faj) (DOGELY nyomán)

Flagelláták száma. A Ciliáta-fauna fajokban és egyedekben gazdag, de egy-egy faj sohasem fejlődik olyan nagy tömegben, mint a polysaprobionták csoportjában. Legjellemzőbb tagjai a *Paramecium caudatum* EHRENBURG, *Vorticella microstoma* EHRENBURG f. *typica*, *V. campanula* EHRENBURG, *Carchesium polypinum* LINNÉ és sok Holotricha- és Hypotricha-faj. Az *oligosaprobiontá*k szerves anyagokban rendkívül szegény, ásványi anyagokban ellenben gazdag vizekben élnek; O_2 -igényük igen nagy. Életközösségük sok fajtól és kevés egyedből tevődik össze. A növényekben gazdag tavak fenekén meggyűlő rothadó iszapban él a különleges *sapropelikus* Protozoa-fauna. Legjellemzőbb tagjai a *Pelomyxa palustris* GREEF és *Legendrea bellerophon* PENARD (11. ábra) és a *Ctenostomata* alrend valamennyi faja. Igen feltűnő bizarr alakjuk van, és nagyon hasonlítanak a hasonló táplálkozásfiziológiai viszonyok között élő Entodiniomorpha-fajokhoz (20. ábra). A hasonló életmód más érdekes konvergenciát is eredményezhet egymással nem rokon egysejtűek esetében, mint pl. egyes planktikus Radioláriák és planktikus Ciliáták csaknem azonos módon kialakult vázán (21. ábra). A Testaceák között is megkülönböztethetők biológiai csoportok, amelyek a különböző termőhelyekre jellemzők. Igen érdekes ökológiai csoportot képeznek az ún. *epibiontá*k, amelyek életlen anyagokra, vízi növényekre, valamint különböző Metazoaakra telepednek. Ezeknek az epizoikusan élő fajoknak nagy része már annyira alkalmazkodott egy bizonyos állatcsoporton vagy fajon való élethez, hogy más gazdaállaton nem is szokott megtelepedni. Az epibionták túlnyomó többsége a Peritrichákhoz, Chonotrichákhoz és Suctoriákhoz tartozik.

A törzsek határozókulcsa

- 1 (2) Helyváltoztató szerveik pseudopodiumok vagy flagellumok. Egy vagy több egyforma magjuk van — Állás és ostoros egysejtűek
I. állattörzs: **Plasmodroma**
- 2 (1) Helyváltoztató szerveik ciliumok. Egyforma vagy kétféle magjuk van
Csillós egysejtűek
II. állattörzs: **Ciliophora**

MAGYARORSZÁG ÁLLATVILÁGA

eddig megjelent füzetek:

(A sorozat 1—50. füzetének adatait lásd az 52. füzethez mellékelt tájékoztatóban.)

51. *Móczár Miklós*: Ósméhek, Földi méhek — Colletidae, Melittidae.
XIII. kötet (Hymenoptera III.) 9. füzete, 64 oldal, 24 ábra (1960. I. 14.)
52. *Dr. Erdős József*: Fémfűrkészek II. — Chalcidoidea II.
XII. kötet (Hymenoptera II.) 3. füzete, 230 oldal, 97 ábra (1960. V. 18.)
53. *Dr. Endrődi Sebő*: Ormányosbogarak II. — Curculionidae II.
X. kötet (Coleoptera V., Strepsiptera) 5. füzete, 126 oldal, 61 ábra (1960. X. 10.)
54. *N. Bajári Erzsébet*: Fűrkészdarázs-alkatúak I. — Ichneumonoidea I.
XI. kötet (Hymenoptera I.) 4. füzete, 266 oldal, 72 ábra (1960. XII. 17.)
55. † *Dr. Zilahi-Sebess Géza*: Fonalscsápúak I. — Nematocera I.
XIV. kötet (Diptera I.) 2. füzete, 70 oldal, 32 ábra (1960. XII. 19.)
56. *Dr. Mihályi Ferenc*: Fűrólegyek — Trypetidae
XV. kötet (Diptera II.) 3. füzete, 76 oldal, 27 ábra (1960. XII. 22.)

Ára: 4,— Ft

MAGYARORSZÁG ÁLLATVILÁGA

készülő füzetek:

- I. kötet (Protoczoa) 5. füzeté:
Dr. Pellérdy László, Sejtélősködők — Coccidiomorpha.
- X. kötet (Coleoptera V., Strepsiptera) 1. füzeté:
Dr. Endrődi Sebő, Orrosbogarak — Anthribidae.
- X. kötet (Coleoptera V., Strepsiptera) 4. füzeté:
Dr. Endrődi Sebő, Ormányosbogarak I. — Curculionidae I.
- XII. kötet (Hymenoptera II.) IV. füzeté:
Dr. Erdős József, Fémfürkészek III. — Chalcidoidea III.
- XVI. kötet (Lepidoptera) 2. füzeté:
Dr. Gozmány László, Molylepkék I. — Microlepidoptera I.
- XVI. kötet (Lepidoptera) 7. füzeté:
Dr. Gozmány László, Molylepkék VI. — Microlepidoptera VI.