



019.857

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLEMÉNYEK

VONATKOZÓLAG A HAZAI VISZONYOKRA.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGA.

SZERKESZTI:

MAURITZ BÉLA

OSZTÁLYTITKÁR.

XXXVII. KÖTET. 5. SZ.

A
VÉGLÉNYEK
KIVÁLASZTÓSZERVE
ALKATI, FEJLŐDÉSTANI ÉS ÉLETTANI
SZEMPONTBÓL*

IRTA:

GELEI JÓZSEF

a Magyar Tudományos Akadémia I. tagja

23 KÉPEN 40 DRB. RAJZZAL

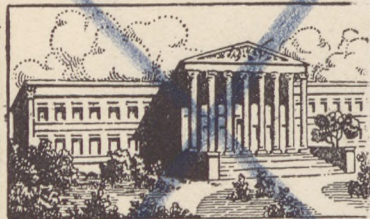
* A ROCKEFELLER-ALAP TÁMOGATÁSÁVAL

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

B U D A P E S T, 1 9 3 5.

Á R A : 4 P.

MAGYAR NEMZETI MUZEUM
ORSZÁGOS SZÉCHÉNYI KÖNYVTÁR



OLVASÓTERMI KÉZIKÖNYVTÁR

019.857

KIKÖLCSÖNÖZNI NEM SZÉLL

A
VÉGLÉNYEK
KIVÁLASZTÓSZERVE
ALKATI, FEJLŐDÉSTANI ÉS ÉLETTANI
SZEMPONTBÓL*

IRTA

GELEI JÓZSEF
a Magyar Tudományos Akadémia I. tagja

23 KÉPEN 40 DRB. RAJZZAL

* A ROCKEFELLER-ALAP TÁMOGATÁSÁVAL

BUDAPEST

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KIADÁSA

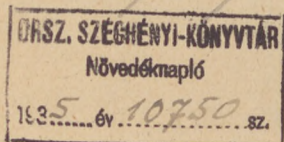
1935



14. 240/XXXVII. 5.



019854



Nyomtatta: Kisfaludy László a ref. főiskola betűivel Sárospatakon.

BEVEZETÉS.

Azt a szervet, melyről itt, e dolgozatban szó lesz, közönségesen contractilis vacuolumnak, összehúzóhólyagnak, újabban igen helyesen lüktető, vagy pulzáló hólyagnak nevezzük. Ha én ezek helyett a forgalomban lévő nevek helyett a kiválasztószerv elnevezést használok, akkor annak az a magyarázata, hogy ez több állatban az egyszerű hólyagnál magasabbrendű bonyolódottságra tett szert, másodszer pedig az, hogy ott is, ahol megállott az egyszerű lüktetőhólyag fokán, alkat és hivatásbeli lényegét nem az egyetemleges fizikai okokból adódó hólyag-állapota fejezi ki, hanem az a különleges protoplasma, mely a hólyag falát alkotja, s amely a szerv hivatását akkor is teljesíti, amikor még vagy már nincs hólyag benne.

Meg kell még jegyeznem egyfelől azt is, hogy a kiválasztószervecske nemcsak a kiválasztást, tehát a káros gyüledékek elkülönítését végzi, hanem származástaniilag elsősorban a fölös víz eltávolítására szolgált (**Hartog** elmélete) és így az állat duzmadtságát, osmotikus nyomását szabályozta és szabályozza ma is. S viszont arra is rá kell mutatnunk, hogy a kiválasztást nem kizárólag a lüktetőhólyag végzi, hanem azt képes az egész bőrke, vagy pellikula is szolgálni azáltal, hogy féligáteresztő természeténél fogva kis molekulájú égési, bomlási termékek, így különösen a széndioxyd áthatolnak (diffundálnak) rajta. Viszont az entoplasma egésze is képes a kiválasztás szolgálatára, amennyiben egyes gyüledékeket, így pl. a **Schewiakoff** által először leírt és foszforsavasmésznek talált kristályokat elkülöníti.

Ha mind a bőrke munkáját, mind pedig az egész entoplasma kristályosító képességét mint szétszórt (diffusus) kiválasztást fogjuk fel, akkor ezzel szemben a

lűktetőhólyag munkáját mint helyhez kötött szervi végzeményt jelölhetjük meg.

Arra a kérdésre, hogy miért volt az egyetemleges kiválasztóképeség mellett és annak megtartása és gyakorlása közben még külön kiválasztószervre is szükség, igen egyszerű a felelet. Az entoplasma egésze keveset lendít a kiválasztás ügyén, mert a külvilággal keveset érintkezik; belső fekvésénél fogva voltaképpen csak annyit tehet, mint az a takarító személy, aki a szoba minden szemetét a szemetesládába gyűjti, a szeméttartót azonban soha ki nem üríti. A pellikula csak a finom szennyet szűrheti ki, közben azonban ugyanezen szűrőképesége ártalmára is van a szervezetnek, mert azt ugyanakkor és ugyanott vízzel árasztja el, mivel a pellikula csak fizikai alapon tud dolgozni. A szervezetnek tehát egy pontra szorított élő különítményre van szüksége, mely a maga életerejéből, látszólag fizikai törvények ellenére, lejtőn felfelé viszi a bomladékokat és a vizet oda, ahová azok egyszerű fizikai törvények értelmében el nem juthatnának. Ezt a feladatot teljesíti a kiválasztó plasma azáltal, hogy egyfelől a környező plasmából felveszi a vizet és a bomlási termékeket és azután azokat önmagában megint a vízterekben különíti ki. Ezek a származástan kezdetén még csak vízterek, később lűktetőhólyagokká váltak.

Az még nagy titka az élettudománynak, hogy 1. az entoplasmának ez az első különítménye hogyan jött létre, 2. a vizet és a gyüledékeket hogyan szűri át saját testén a belsejében levő oduba és 3. hogyan sikerült neki entoplasma volta ellenére az ectoplasmát áttörnie, a pellikulát leolvasztania, hogy tartalmát a külvilágba ürítse.

Ezek mellett a nagy titkok mellett egy néhány kisebbre sikerült összehasonlító anatómiai és kísérleti élettani vizsgálatokkal fényt vetni; ezekről leszen a következő sorokban szó.

A)

I. VIZSGÁLATI ELJÁRÁSOK.

A lüktetőhólyagok könnyű megkülönböztethetőségük és erős fénytörésük alapján igen alkalmasak az *élvezésvizsgálásra*. Talán éppen ennek a rovására írhatjuk azt, hogy a legtöbb szerzőt ki is elégítette az élő Véglény megfigyelése és így külön metszéstechnikai módszereket ezen a téren nem is alkalmazott.

Az élvezésvizsgálás a szakszerű tudományos követelményeknek csak akkor felelhet meg, ha az állatot függő cseppben, illetőleg nedves kamrában vizsgálhatjuk meg. Itt ugyanis oly elhanyagolhatóan kevésbé változik meg a vizsgálat alatt az állat környezete, hogy a lüktetőhólyagot mindig úgynevezett azonos feltételek közben szemléli a bűvár. Ilyen körülmények között azonban nagyon kevés lényt, nevezetesen csak a lassan mozgó és jól átlátszó állatokat vizsgálhatjuk. A legtöbb esetben avégett, hogy a gyorsan mozgó, illetőleg kevésbé átlátszó állatokat is szemlélhessük, fedőlemezt vagyunk kénytelenek alkalmazni, és pedig egyrészt azért, hogy vele az állatot mozgásában megakadályozzuk, másrészt pedig néha azért is, hogy szétlapítsuk és így átlátszóbbá tegyük. Azonban mindazokkal a kedvező feltételekkel szemben, melyeket így biztosítunk magunknak, másrészt igen kedvezőtlen körülményeket teremtünk vizsgálati anyagunkkal szemben azzal, hogy a kiválasztószervecskéik rendes működését több oldalról gátoljuk. Így a fedőlemez mindjárt a lüktetőhólyag rendes kiürülé-

sét akadályozhatja, mindeneknek fölötte pediglen megátolja az állat közvetlen környezetében a víz rendes fölfrissülését, abban az oxygeniumnak és a széndioxidnak normális eloszlását s a kiürített gyüledékek eltávolítását. Az állat tehát a fedőlemez alatt hamarosan olyan változott körülmények közé kerül, melyek mind a belsejében, mind pedig a környezetében megváltoztatják azokat az osmotikus föltételeket, melyek éppen a lüktetőhólyag rendes működése szempontjából annyira fontosak. Mindezekből az következik, hogy élő állapotban nem lehet és nem szabad a kiválasztókészüléket hosszasan vizsgálni, ha csak nem éppen azt akarjuk kideríteni, hogy mi történik a kiválasztószervecskével az ilyen rendellenes körülmények között.

Különös metszéstechnikai eljárásokat a régiebb szerzők nem alkalmaztak, különben nem történt volna meg az, hogy egészen 1925-ig (Gelei) sok esetben még a kiürítő pórus formált voltáról sem tudtak meggyőződni. Az első, ki itt az újkor jól kidolgozott módszereit alkalmazni kezdte **D. Nassonov** volt. Ő 1924-ben megjelent dolgozatában a Véglényekre nézve is előírja azt, hogy minden az újkor színvonalán dolgozni akaró bűvár a Véglényekre is három módszertani eljárást kell, hogy alkalmazzon: egyet a magvizsgálat, egyet a kondrioma-kutatás és egyet a Golgi-féle rece kiderítése végett.

Ezek közül minket, mivel **Nassonov** a Golgi-féle készüléket a Véglények kiválasztó elemeivel azonosítja, különösebben az utolsó érdekel. **Nassonov** a kiválasztókészülék vizsgálatára a Kollacsev-féle osmiumozó eljárást ajánlja. **Nassonov** a Véglényeket az osmiumozás előtt chromosmiumos keverékekben rögzíti. Egyik rögzítő folyadéka két rész 3%-os kálibichromikumot, két rész 1%-os chromsavat és egy rész 2%-os osmiumperoxydot tartalmaz. Egy másik folyadékában egyenlő térfogatmennyiségben önti össze a 6% kálibichromikumot, 1% chromsavat és 2%.

osmiumperoxydot tartalmazó vizes oldatokat. — A rögzítési eljárásra nézve előírja, hogy helytűlő lényeket, minők a Vorticellinák telepei, egyenesen vízünk csipetű, vagy szipóka segítségével a folyadékba, a szabadon úszó lényeket azonban tenyésztővizükkel együtt erős sugárban fecskendjük a rögzítő folyadékba, hogy gyors és biztos rögzítés következék be. Eközben nem szabad a rögzítő folyadéknak egyharmadánál többre fölhígulnia. **Nassonov**nak ezeket az előírásait én általában mindenféle Véglény rögzítésekor megtartandónak vélem.

Nassonov 24 óráig rögzít, azután ismételten kimossa lepárolt vízben az anyagot és végül 2 százalékos osmiumperoxyd oldatban, 35 fokos thermostátumban 3—4 napig impregnálja. A siker szempontjából nagyító alatt többször ellenőrzött anyagot a kedvező pillanatban kiveszi a thermostátumból, vízben lemossa s alkoholsorozaton át a szokásos módon vagy kanadai balzsamba vagy metszés végett paraffinba viszi. Ezeknek az osmiumozási eljárásoknak ugyanis kiváló oldaluk az, hogy a metszetlen készítmények k. balzsamban is kielégítőleg vizsgálhatók.

Én magam a kiválasztószervecskék kérdésével eddig öt dolgozatban foglalkoztam. Első eljárásaim közben a metszettechnikai módszerekkel értem el eredményeket, később azonban én is az osmiumozó módszerekhez fordultam s azokat tökéletesbítettem. 1925-ben rögzítésre különböző osmiumkeverékeket használtam (Apáthy, Flemming, Altmann) s utána első pácul az általam összeállított timsós kálibichromikum, másodikul pedig az ammonium-molybdenikum pácot alkalmaztam. A rögzítés ideje 1 órától 1 napig tart, ezt követi a rögzítőszert leszívása, de az anyagnak ki nem mosása után a 2%-os timsó és 2%-os kálibichromikum keverékéből álló pác 1 órától 1 nap hosszágig. Egyszeri kimosás párolt vízben és azután 1%-os ammonium molybdaenikum 1 órától 1 napig. Beágya-

zás paraffinba ; $2\ \mu$ vastag metszet és savifuchsin-toluidinkék, vagy savifuchsin-világoszöld festés. Festés előtt esetleg az előbb említett kettős pác megismétlendő. A savifuchsint 2%-os vizes oldatban alkalmazom, melyet anilinvízben készítek. A festéket $40-60^\circ\text{C}$ -ra fölmelegítem. Utána leöblítés párolt vízben és differenciálás 0,03 százalékos vizes toulidinkék oldatban 50°C -on, vagy világoszöld alkoholos oldatában szobahőmérsékleten, mindkét esetben nagyítás ellenőrzéssel. A kedvező pillanatban gyors elzárás xylolon keresztül.

Osmiumozó eljárásomat 1928 folyamán a következőképen dolgoztam ki: Rögzíték az én formol-osmium keverékemben, melyet a rögzítés céljára mindig frissen, közvetlenül a használat előtt állítok elő s a rögzítést hidegben (jégszekrényben) és sötétben végzem. A folyadék 2 százalékos osmiumperoxyd minden ccm-nyi térfogatában 1 csöpp kereskedésbeli formolt tartalmaz. Ehhez az állatokat tartalmazó tenyésztvizet legfeljebb egyenlő mennyiségben fecskendezem. A rögzítés csak másodpercekig tart s lényegében arra való, hogy a rákövetkező párolt vizes kimosás közben a chloridokat az állatok környezetéből eltávolítsuk, melyekkel az argentum nitricum a további vizsgálatokra zavarólag ható s az állatok felületén megtapadó csapadékot képez. Ha helytűlő lényeket csiptetővel tehetünk a rögzítő folyadékba, akkor a formol-osmium el is hagyható. Az impregnálást a párolt vizes kimosás után szobahőmérsékleten a következő ezüst-osmium-formol keverékben végzem: 10 rész 2%-os osmiumperoxyd oldat, 30 rész 2%-os argentum-nitricum oldat és 1 rész kereskedésbeli formol. Ez is csak közvetlenül a használat előtt önthető össze. Az ezüst-osmium azonban készletben tartható s annak ccm-éhez a használat pillanatában egy-egy csepp formolt adunk, a körülbelül 1 miliméteres nyílású szipókából.

Ennek az osmiumozó keveréknek más osmium-redukciós eljárásokkal szemben az a fölénye van, hogy szobahőmérsékleten, illetőleg jégszekrényben 6—10 Celsiuson alkalmazható és hogy ugyanazon napon a kísérlet eredményéhez vezet. A hatást a harmadik órától kezdve óránként ellenőrizni kell a nagyító alatt. Az eljárás kibírja a 30°-os thermostátumban való kezelést is és ekkor a reakció még gyorsabb, de durvább s nem minden állatra alkalmazható.

Különösen a Paramecium kiválasztó-készüléke külső morfológiai tanulmányozásának szempontjából igen éles, tiszta képet nyerünk egy chromezüstöző eljárással, mely a Golgi-féle hasonló módszer csekély módosításából keletkezett (l. Gelei 1928.). — Összeöntök 10 rész 2,5—3%-os kálbichromicumot, 1 rész kereskedésbeli formollal és 1—2 rész 2%-os osmiumperoxyd oldattal. Ezzel az oldattal is szobahőmérsékleten és sötétben dolgozunk. 48 óra leteltével a hatás már jelentkezik s általában a harmadik, negyedik napon kapjuk a legszebb képeket. A reakció befejeztével az állatokat minden lemosás nélkül, frissen vízbe áztatott gelatinnak olvadékába viszem át és a megmerevedett anyagot 0,5—1% argentum nitricum hatásának teszem ki. Chromezüst-képek kialakulását nagyító alatt könnyen ellenőrizhetjük, ha a meleg gelatint fedőlemezen készítettük elő. (Az eljárásra vonatkozó részleteket lásd Gelei, 1928. 481—485.) Az ezüstosmium-formollal megismert képekhez hasonlót kaptam egy más ezüstöző eljárással. A Parameciumokat a sublimátos rögzítés után a Szent-Györgyi-féle ascorbinsav igen híg oldatában áztattam és ezüstözés után a redukciót is nem a napon, hanem híg ascorbinsavban végeztem. Sajnos, ma ez az eljárás a szegedi előállítású új ascorbinsavakkal csak az állatok igen kis százalékán sikerül. Én 1930 nyarán Tihanyban első szép készítményemet Szent-Györgyi professzor kollégám szívességéből azzal az ascorbinsavval

(akkoriban még hexuronsavnak hívták) készítettem, melyet ő még Amerikában mellékveséből csinált volt. Professzor kollégám szerint az eredeti készítményben kevés adrenalin lappanghatott és annak hatására lehettek régi készítményeim oly szépek. Újabb kísérleteim szerint az is segít, ha a rögzítő sublimátba pár csepp citromlevet juttatunk; megjegyzem, hogy voltaképp ezzel is ascorbinsavat (c-vitamint) viszünk be a rögzítőszerbe.

A kiürítő- vagy excretiós pórusok számának és eloszlásának tanulmányozására az egyetlen biztos módszer a Gelei—Horváth-féle ezüstöző eljárás, illetőleg annak több új módosítása, melyeket 1934-ben tettem közzé.

B) Alkattani rész.

II. A KIVÁLASZTÓSZERVECSKÉK ALKATA ÉS FEKVÉSE.

a) A szervecske részei. A kiválasztószerv három jellegzetes formában jelentkezik a véglényekben. Az egyik egyszerű hólyag, melyet vékony, fénytörő protoplasmaréteg övez.

A másik is ugyanilyen hólyag, a fénytörő protoplasmaburok azonban vastagabb és benne a lüktetőhólyagnak minden kiürülése közben apró mellék hólyagok rendszerint egyetlen, néha több öve keletkezik.

A harmadik fokon a lüktetőhólyagot sugárcsatornáak koronája övezi, illetőleg legalább egyetlen állandó csatorna csatlakozik hozzá. E harmadik esetben magát a lüktetőhólyagot nem veszi körül vastagabb fénytörő protoplasmás udvar, hanem a hólyag hártvás falából kinövő sugárcsatornákat burkolja spongyás alkatú, de szintén fénytörő protoplasma. A csatornák törésze méztelen, a tőszakasz tehát hasonlóan a lüktetőhólyaghoz csak a bélelőhártvából alakul. A mondottakon kívül a lüktetőhólyaghoz az Amoebinák s egy pár magasabbrendű kivételével általában legalább egy kiürítő, kivezető csatorna és legalább ugyanannyi porus tartozik hozzá. A kiválasztó szervecske tehát a legelemibb tökéletességében 1. a kiürítőrésből, 2. a kiürítőcsatornából, 3. a vékony fallal ellátott lüktetőhólyagból és 4. az ezt körülvevő kiválasztó plasmából tevődik össze.

Már itt, a bevezetésben megjegyezhetjük, hogy a kiválasztó szervecske lényege nem a hólyagállapot, hanem fajfejlődéstani kialakulásának legalacsonyabb

fokán az entoplasmában szabadon keringő kis protoplasma-csepp (Gelei, 1933), amely magában időnként saját fallal nem bíró hólyagot hoz létre; ez a hólyag itt a testfelületen bárhol kifakadhat. Legmagasabb fokán pedig helyhez kötött pórust és állandó jellegű kivezető csatornát, ugyanilyen hólyagot és mellékhólyagokat vagy szakaszokra tagolódott sugárcsatornákat találunk. Ezen a fokon a kiválasztó készülék mindhárom szakasza állandó jellegű saját hárttyával van bélelve. A szerv lényegét azonban itt is a hárttyarendszer protoplasmás burka adja. A legalacsonyabb és a legmagasabbrendű állapot között mindenféle átmenetet megtalálunk, ami megnehezíti, hogy a szerv fejlődésében lépcsőfokokat különböztethessünk meg.

Hosszú ideig vitáztak felette, hogy a lüktetőhólyagnak, illetőleg csatornás kitüremkedéseinek vajjon van-e saját hárttyás bélése, vagy nincs. Az idevonatkozó irodalmat 1923-ban Taylor, 1930-ban Haye állítja össze. Hárttyának létét elméleti alapon, mintegy postulumszerűen többen állítják, köztük az újabb időből Degen (1905), Stempell (1914) és Hertwig, sőt már 1872-ben a hárttya létrehozta Rossbach a *Stylonychia*-n azon az alapon, hogy a systole után a hárttya maradékát megtalálta. (Ez a maradék volta képpen nem más, mint az összeszaladt excretiós plasma, Gelei.) Leírtak még Awerinzew & Mutałowa 1914-ben a *Metadinium medium*-ban hárttyás falat. Ezekben az adatokban azonban még nem látjuk a kiválasztóplasmának, mint hólyagfalnak és a belőle képződött belső hárttyának világos megkülönböztetését. A hárttyát azonban egyikük sem tudja mikrotechnikailag izolálni. Ezt az alkatelemet először Nassonov (1924) és tőle függetlenül, más eljárással én (1925-ben) mutattam ki megnyugtatólag. Azóta megállapításainkhoz csatlakoztak Fauré—Fremiet (1925), Lepsi (1926), King (1928), Krassennivikow (1929) és újabban Haye (1930), noha Fortner 1926-ban még küzd a külön hárttya léte ellen.

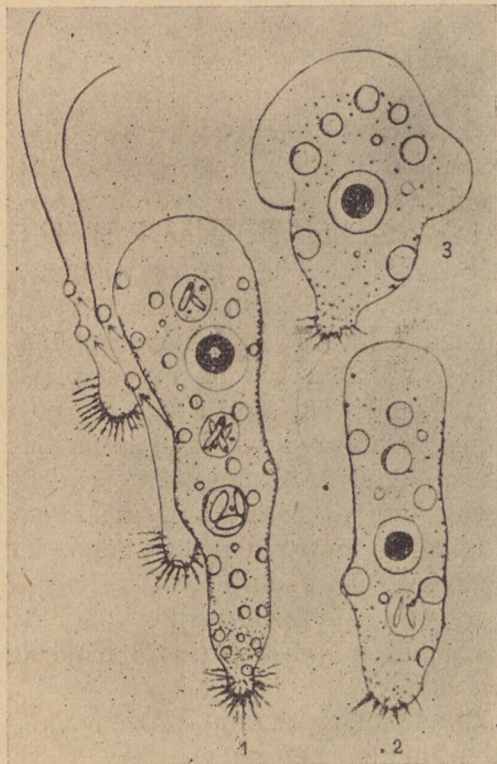
Fauré—Fremiet *Vorticellák*on állapítja meg a hárttyát. Szintén **Nassonov**-val közös érdemünk az, hogy megfelelő, de egymástól különböző eljárásainkkal a kiválasztó szervecskét övező vékony, különlegesen differenciált protoplasma-burkot, amelyet én excretiós v. nephridialis plasmának, **Nassonov** pedig lipoidos hüvelynek nevezett, kiderítettük. Bár elszórt adatok korábbról is ismeretesek, mégis a praeformált excretiós porust s az ectoplasmát átfúró kiürítő csatornát végérvényesen és meggyőzőleg én derítettem ki. (Részletes irodalom ismertetését lásd **Haye** 1930, p. 5—13.)

b) A kiválasztó szervecske viszonya a Vég-lény egészéhez. 1. Ha a kiválasztó szervecskének a környezetéhez, illetőleg a szervezet egészéhez való viszonyát keressük, akkor mindenképp ki kell emelnünk azt, hogy a lüktetőhólyag, vagy annak akárminő módosulata az entoplasmában fekszik! (Az Amöbinák vándorhólyaga egyenest az entoplasmában kering.) Külső felülete azonban mindig az ectoplasmát, vagy néha éppen a pellikulát érinti s ahhoz úgy van hozzáerősítve, hogy a hólyagot az entoplasma áramai nem ragadják magukkal. A kiválasztó szervnek ez a fekvése egyrészt befelé, az állat egésze szempontjából teljesített feladata, másrészt pedig kifelé a külvilággal való összefüggése szempontjából véve természetes. A rendszert ugyanis az entoplasmához köti a kiválasztás, az ectoplasmához a kiürítés. (Erről majd később az élettani részben.)

2. A lüktetőhólyag az állat egészéhez képest vagy kötött, vagy kötetlen helyzetben van.

Voltaképpen gyakran csakis a *Rhizopodák* *Amöbina* csoportjában találkozunk vándorló lüktetőhólyagokkal (lásd 1. ábrát), amelyeket az entoplasma áramaita ragad s amelyek csak megtelt állapotban tapadnak fel az ectoplasmára, hogy azt kissé kidodorítva, illetőleg igen gyakran egyenest rövid álláb képzésére

készítve, a szabadba ürítsék ki tartalmukat. Magasabbrendűekben már csak elvétve és ideiglenesen jelentkeznek részben vagy teljesen vándorhólyagok. (Gelei, 1934.) De már az *Amöbínák* között is találunk és pedig igen nagy számban helyhez kötött lüktetőhólyagot. Azt ugyanis több lassú mozgású, *limax*-típusú Amoebában figyeltem meg, hogy a hátulsó testvég oldalfalához rögzülten mindig pontosan ugyanazon a helyen jelenik



1. ábra.

1. ábra. *Amoeba plurivesiculata* Gelei. Egy sok lüktetőhólyaggal ellátott limax-típusú amoeba, melynek keringő lüktetőhólyagjai később a pellikulára tapadnak s azon hátrafelé csúsznak (lásd baloldalt a nyilakat). Valamennyi üres odú lüktetőhólyagot jelöl. (Gelei nyomán 1934), 850-szer. — Eine limaxartige Amoebe mit vielen pulsierenden Vacuolen, nach Gelei, 1934.

meg az új hólyag, ahol az előző kiürült (lásd a 2. ábrát). A *Testaceák* és a *Heliozoonok*, mint azt saját vizsgálataimból tudom, egytől-egyig helyhez kötött lüktetőhólyaggal vannak felszerelve. A legközönségesebb laboratoriumi megfigyelési anyag e tekintetben az *Actinophris sol* kettős (3. ábra), az *Euglypha acuminata* (4. ábra) egyetlen lüktetőhólyagjával és az *Arcella discoïdes* Ehrbg. (5. ábra), amelynek Kádártáról származó pél-

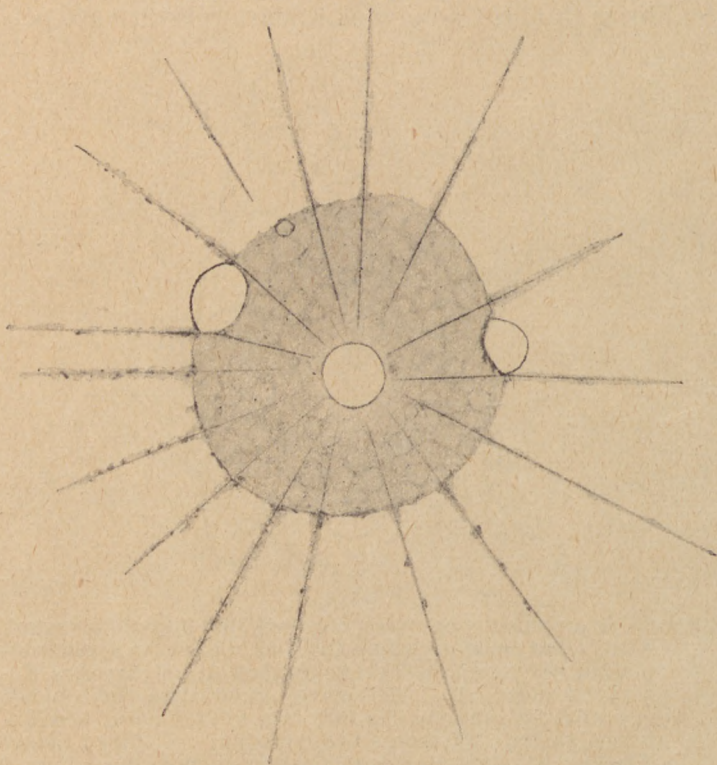


2. ábra.

2. ábra. Limax-amoeba egyetlen helyhez kötött lüktetőhólyaggal. Közel áll az amoeba guttula *Duj.*-hoz. Balfelől a kiválasztóplasma hólyagmaradékkal és képződő új hólyagokkal. Középpont a mozgó állat 600-szoros nagyításban, jobb oldalt egy állat helyváltoztatási formái a folyton hátul álló lüktetőhólyaggal 200-szoros nagyításban. — Eine Limax Amoebe mit einer einzigen Pulsationsvacuole, die während der Kriechbewegung immer hinten bleibt (siehe rechts). Links der Rest der Vacuole in der Systole und zugleich Bildung neuer Vacuolen. 200 bzw. 600-mal.

dányaiban szabályosan egy síkban elosztott 7—10 hólyag dolgozik és amelyekről a nagyító alatt kitűnően meg lehet állapítani, hogy szintén állandóan helyt maradnak. Sőt **Hofeneder** az *Amoeba quadrilineá*ban külön állandó porus excretoriust talált.

3. A *Ciliatáknak* természetesen rendszerint helyhez kötött lüktetőhólyaga kifelé a kiürítő résen, az úgynevezett excretiós póruson át szájadzik a testfelületre. Ez a rés rendszerint állandó (praeformált); legtöbbször vastagabb pellikulagyűrű övezi és a szájadéktól az ectoplasmán keresztül a lüktetőhólyag hozszintén pellikulával bélelt és így állandóan nyitott kiürítőcsatornácska

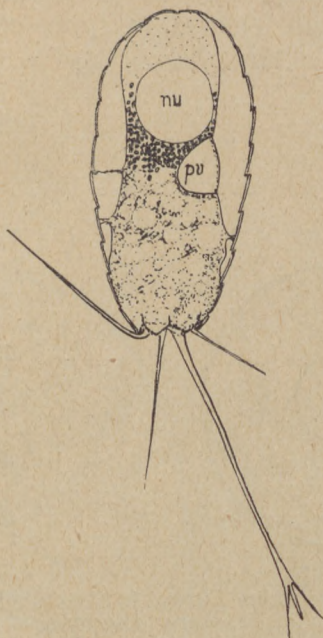


3. ábra.

3. ábra. *Actinophris sol Ehrbg.* két helyhez kötött lüktetőhólyaggal, melyek megteléskor az állat ectoplasmáját kinyomják. Elő állat után vázlatosan 400-szoros nagyítás. — *Actinophris sol* mit zwei pulsierenden Vacuolen. 400-mal.

vezet. E kifelé nyitott csatornácska belső vége azonban rendszerint egy diaphragmás szűkülettel szűkített, s a hólyag felől hárttyával van lezárva. Ez a hárttya többnyire protoplasmás, a *Clathrostoma viminalison* azonban pellikulás záróhárttyát találtam.

4. Negyedsorban hangoztatnunk kell azt, hogy a kiválasztószervecskék a Véglényeknek rendszerint a hátulsó testfelében hátoldalt, vagy éppen egyenest terminálisan helyezkednek el. (A *Flagellátáké* elől van.) Ez annyira általános szabály, hogy még a vándorló hólyaggal felszerelt Amoebák hólyagjai is a mozgás



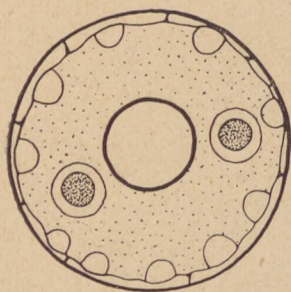
4. ábra.

4. ábra. *Euglypha alveolata* Duj. a váz alá nyíló lüktetőhólyaggal (*pv*) 1000-szeres nagyítás. — *Euglypha alveolata* Duj. mit pulsierender Vacuole, die sich unter der Schale öffnet. 1000-mal.

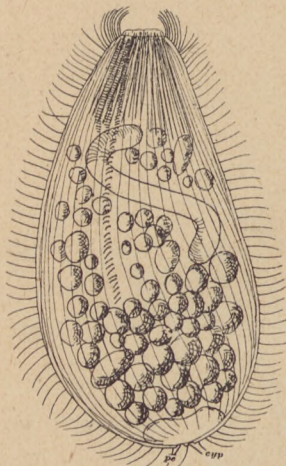
szerinti hátsó testvégből kelnek vándorútjukra (lásd az 1. ábrát). A helyhez kötött hólyagok elhelyezkedésükben válogathatnak a hasi és a hátoldal között is.

A Ciliátáknak egészen nagy csoportjait jellemzi a hátul fekvő hólyag, így a *Gymnostomata* alrendből mindenekelőtt a legősibb családot: a *Holophryidákat*, illetőleg majdnem az egész *Prostomata* tribust; eb-

ből nyilván következik, hogy a fejlődés kezdetén a *lüktetőhólyag* teljesen az állat hátsó sarkán feküdt. Még sok helyütt találunk a 2. tribusban: a *Pleurostomata*kban is hátsó fekvésű lüktetőhólyagot, vele szemben azonban a terminális fekvésből itt már sok fajon elkerül a hólyag az oldalra, vagy a hátra, sőt a sokhólyagú *Dileptus*okban már praeorális (!) fekvésben is találunk lüktetőelemeket. A *Hypostomata* tribusban pedig, mint azt a *Nassulákon* (lásd a 8. ábrát) láthat-



5. ábra.



6. ábra.

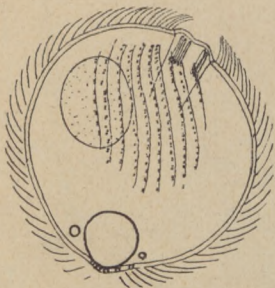
5. ábra. *Arcella discoides* Ehrbg. 10 lüktetőhólyaggal, melyek a héj alá nyílnak. 500-szoros nagyítás. — *Arcella discoides* Ehrbg. mit zehn pulsierenden Vacuolen, die ihr Inhalt unter der Schale entleeren. 500-mal.

6. ábra. *Enchellyodon elegans* Kahl végfekvésű kiürítőréssel és cytophygével. 500-szoros nagyítás. — *Enchellyodon elegans* Kahl, Porus excretorius und Cytopyge liegen hinten. Formol-Osmium-Toluidinblau nach Gelei. 500-mal.

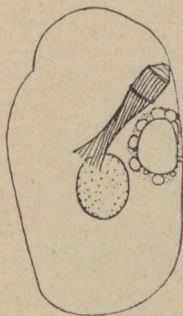
juk, általában a hasi fekvésbe jut a kiválasztó szerv. A magasabb fejlettségű *Tricho*- és *Hymenostomata*-alrendekben már ritkább a teljesen végfekvésű hólyag, hanem ahelyett a hátsó testtájon valahová oldalt, vagy a hátra kerül a szerv. A hátoldalon a hátsó testvéghez közel fekvő hólyagú és így *Tricho*- és *Hymenostomata* rendekre jellegzetesnek mondható példaként

a 9. ábrában *Pleuronema coronatát* állíthatjuk oda. Viszont a még magasabbrendű és tökéletesebb organizációjú két rendben, nevezetesen a *Spirotricha*-csoportban megint nagyon sok helyen találkozunk teljesen alvégfekvésű hólyaggal, így mindenekelőtt a *Heterotricha* (kivételesen a *Stentoridae* és *Bursariidae* család) és a *Ctenostomata* alrendben, holott az *Oligotricha* alrendben már ritkább a terminális elhelyezkedés és viszont a *Hypotricha* alrendben kivételnélkül mindenütt a hátoldalra került a lüktetőhólyag.

A *Ciliaták* subterminális fekvésű szervecskéi gyakrabban a hátoldalon, mint a hasoldalon szájad-



7. ábra.



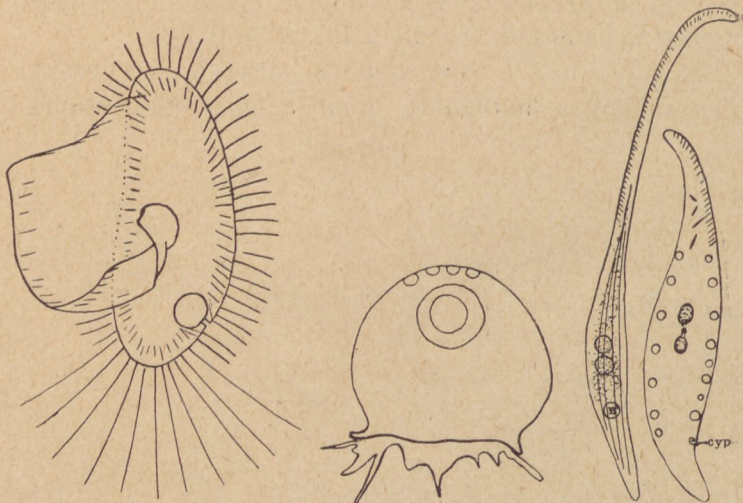
8. ábra.

7. ábra. *Laginus sphaericus Gelei* hátul fekvő lüktetőhólyaggal és kiürítő csatornával. 750-szeres nagyítás. — *Laginus sphaericus Gelei* mit einer endständigen Vacuole, die mehrere Pori excretorii besitzt. 750-mal (Nach *Gelei* 1933).

8. ábra. *Nassula aurea Ehrbg.* hasoldalt fekvő lüktetőhólyagjával és hátra irányított pórus excretoriussal. Élő állat után 750-szeres nagyítás. — *Nassula aurea Ehrbg.* mit ventralständiger Vacuole und nach hinten gerichteten Canalis eferens 750-mal.

zanak; különösen a csúszó természetű, tigmotaktikus és egyben ellapult lényeken tapasztalhatjuk azt, hogy a szájadék a hátoldalra (illetőleg az alzattól számított külső oldalra) esik. (*Hypotrichusok*, *Parameciumok*.) Sőt a Rhizopodák *Testacea* csoportjában is látunk már erre példát, amint azt 10. ábránk szerint a *Cochliopodium* esete tanítja. Ha az ellapulás a szimmetriai sík

irányában következik be s az állat a jobb vagy bal oldalával símul az aljazatra, akkor a lüktetőhólyag — ha egy van belőle — az ellentétes külső oldalra kerül (*Lionotus* 11. ábra, *Amphileptus*), ha pedig több van belőlük, akkor azok az állat szegélyét övezik és így nagyjában a dorsális és ventrális középvonalba szájadzanak. Példát erre a *Hemiophrisok* (12. ábra) és a *Loxophyllumok* között találunk.



9. ábra.

10. ábra.

11. és 12. ábra.

9. ábra. *Pleuronema coronatum* Kent, 650-szeres nagyítás.

10. ábra. *Cochliopodium* több dorsális fekvésű lüktetőhólyaggal. 1000-szeres nagyítás. — *Cochliopodium* mit mehreren dorsalständigen Vacuolen. 1000-mal.

11. és 12. ábra. *Lionotus cygnus* O. F. Müller és L. (*Hemiophris*) pleurosigma Stokes 200-szoros nagyítás.

Valószínűleg az egész állatországot illető törvényszerűségek következménye az, hogy a kiválasztó készülék nemcsak a Celluláták-ban, hanem a Végkéntekben is a test hátulsó részére került. A test mellső végét ugyanis természetesen az anyagfelvétel és az érzékelés szervei foglalják el és így az anyagleadás (cytopye, porus excretorius) a hátulsó testfélre szorul,

illetőleg az anyagforgalom természetes menete szerint oda kerül. Ennek a fekvésnek iskolapéldájaként az *Urocentrum turbo*-t és a *Pleuronema coroná*-t (9. ábra) mutathatjuk be. Ennek a fekvésnek az a nagy haszna is van, hogy az úszó állattól szennyezett víz úszás közben az állattól a kiürítés pillanatában mindjárt elmarad, illetőleg a csillóktól hátra söprik. (Gelei, 1929.)

Igen valószínűnek tartom, hogy az elhelyezkedésben a terminális vagy a hátoldali fekvés lehetősége között dinamikai okok döntenek. Az egész *Prostomata*-csoportra ugyanis olyan csavarmenetes mozgás jellemző, amelynél a mozgás közben súrolt pálya tengelye az állat testébe esik bele s így centrifugális erők ott még nem működnek s nem zavarják a lüktetőhólyag magától természetes terminális fekvését. A *Tricho*- és *Hymenostoma* csoportban azonban, mint hypostomiás lényekben, éppen a száj körüli mozgószervek hatása alatt igen vastag hengerre csavarodik az előre sodró állat csavarpályája, s ezért itt mindig nagy volt a centrifugális erő, mely a fajfejlődés során magával ragadta a lüktetőhólyagot és végfekvéséből a hát felé csúsztatta. Így tudjuk megérteni, hogy a vastag hengerfelületen mozgó és sebes vágójú *Parameciidák*, *Frontoniidák* és főként az *Ophryoglenidák* lüktetőhólyagai miért hátfekvésűek s viszont ezzel szemben az erősen pergő *Urocentrum* lüktetőhólyagja miért tisztán terminális elhelyezkedésű. Az *Urocentrum* ugyanis annyira egyenes haladású, hogy az állat morfológiai és a mozgás közben befutott pálya dinamikai tengelye, különösen a hátsó testvégen, csaknem egybeesik. Viszont, ha az összes *Hypotrichus*okat nézzük, melyeknek egyetemleges alrendi bélyege a háti fekvésű lüktetőhólyaga, akkor azt is megállapíthatjuk, hogy ezeknek morfológiai hossztengelyük sohasem esik össze az úszás közben leírt csavarpálya hengertengelyével, hanem ezek aránylag egy mindig vastagfalú hengerfelületen csúsznak tova, s így a lüktetőhólyag eltolá-

sára centrifugális erők lépnek működésbe. Természetesen a *Hypotrichusok* esetében még azt a másik körülményt is figyelemre kell méltatni, hogy ezek aljzatjárók és így hasukról emiatt is eltolódik a kiürítő rész.

Ezzel az utóbbi megjegyzéssel egyúttal rámutathatunk arra is, hogy a lüktetőhólyagok helyét nem lehet egyetlen elvnek, így tisztán a mozgásmechanikai okoknak figyelembevételével mindenütt megmagyarázni. Itt vannak mindjárt a planktontikus mozgású *Nassulá-k* (lásd a 6. ábrát) ventrális, sok *Tricho-* és *Hymenostomata Ciliata* ventrális és ventrolaterális, némely csőlakó állat mellső, vagy éppen praeorális és a *Peritrichák* vestibularis elhelyezkedésű hólyagjai, amelyek mind arról beszélnek, hogy itt más szempontokat is figyelemre kell méltatnunk. Ilyenek egyrészt az öröklésnek, másrészt pedig a közvetlen környezetnek a kérdése.

Más tekintetben képeznek kivételt a gyüledék eltávolításának fent említett elve alól a *Testaceák*. Itt különösen az *Arcellákon* és az *Euglyphákon* figyelhetők meg világosan, hogy a lüktetőhólyag a gyüledéket a héj alá üríti s ennél fogva az állat teste állandóan híg gyüledékekkel van körülvéve. Az *Arcellákról* héjuk finom rácsozatával kapcsolatban feltehetjük, hogy a rácspórusain a gyüledék állandóan kiszivárog. Az *Euglyphákból* azonban csakis a héj szájadékán át távolodhatik el a gyüledék. Az *Euglyphák* vázának fenékrésze azonban öblösen tágult, a protoplasma pedig a héjtól meglehetősen visszahúzódik s így a gyüledék mindjárt a környezetben felhígul. Onnan később az állat oldala mellett a héjnyíláson át lassanként eláramlik. Az *Euglyphák* sajátlagos fenékdomborulatának valószínűleg a lüktetés említett különlegessége adja a magyarázatát.

5. A Közleményekben a múlt évben megjelent cikkemben az iránymeridiánus kérdésével kapcsolatban mutattam rá, hogy a lüktetőhólyag bizonyos csillómeridiánushoz, esetleg néhány meridiánus csoportjá-

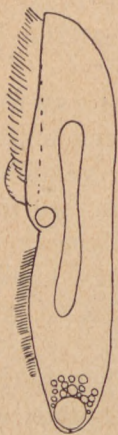
hoz van kötve. Ez a viszony különösen a *Tricho-* és *Hymenostomata* csoporton belül azáltal válik feltűnővé, hogy a kiválasztó pórus pontosan bele van iktatva a csillók talpát összefűző neuronémába és oszítás alkalmával a mellső állat számára szánt új rés csaknem mindig ugyanazon interciliáris neuronémában keletkezik, melyben az öreg is fekszik (lásd Gelei 1934. 1. és 5. ábrákat). A működési inger tehát adott vonalhoz köti a kiválasztó rést és ezt a jelenséget Kleinnek egy más dologgal kapcsolatosan tett kijelentéséhez csatlakozva, a rövidség kedvéért úgy is kifejezhetjük, hogy a lüktetőhólyag helye öröklődőleg rögzített és egy adott vonalhoz kötött működési ingertől determinálódott.

Ezt a jelenséget általános érvényűnek szeretném még a terminális fekvésű hólyagokra nézve is kijelenteni. És pedig azon az alapon, mert a véghólyagos *Blepharismák*on szerzett tapasztalatom szerint az oszló állaton az első fél számára az új hólyag az anyaállatnak mindig ugyanazon oldalán és ugyanabban a csillómeridiánusban képződik ki, mint azt a 13. ábránkon látjuk.

És ha ezekből világos a lüktetőhólyag helyének következetesen rögzített volta, akkor mindjárt érthetővé válnak előttünk olyan különös esetek, melyek a mai állat mozgásmechanikájával esetleg nem egészen állanak összhangban, aminő pl. az erősen turbulens, vagyis aránylag vastag hengerpályán futó *Cyclidiumok* hólyagjának nem dorsalis, hanem a jelen időben ventroterminális fekvése. Itt ugyanis nagy valószínűséggel mondhatjuk, hogy a *Cyclidiumok* közel nyílegyenesen fűródő őseiktől származtak, melyeknek közel terminális fekvésű hólyagjuk lehetett.

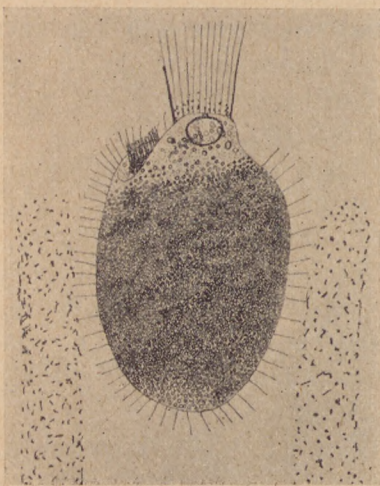
6. A közvetlen környezet befolyása a lüktetőhólyag fekvésére. A fentiekén kívül sok esetben a közvetlen környezet befolyásáról tanúskodik a csőlakó állatok lüktetőhólyagjának elhelyezkedése. Itt első pél-

daként a Szeged környékén annyszor megfigyelt *Mycterothrix*eket (14. ábra) kell felemlítenem. Ezek kocsonyás csőben laknak, amelybe veszély esetén mélyen visszahúzódnak. A csőből a szájrés és a szemölcsszerű mellső testrész emelkedik ki, amelynek tetején, tehát teljesen apikális fekvésben van a lüktetőhólyag. Ugyanezt a jelenséget tapasztaljuk egész általánosan elterjedve a *Stentorok*-on is. Itt is csakis a csőlakással magyarázható meg, hogy a lüktetőhólyag közel a mellső



13. ábra.

13. ábra. *Blepharisma Steini Kahl* oszlás közben 250-szeres nagyítás. — Bl. Steini in der Teilung 250-mal.



14. ábra.

14. ábra. *Mycterothrix tuamotuensis Balbiani* 600-szoros nagyítás.

testvéghez nyomult. Mind a *Mycterothrix*ek, mind pedig a *Stentorok* esetét azzal magyarázhatjuk, hogy az állat nem élhet saját szennyével egy csőben és így kénytelen nemcsak a testéből, hanem a testétől is eltávolítandó gyüledéket elől, közel a csőszájadékhoz üríteni.

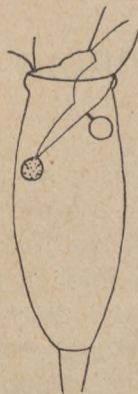
Ez a jelenség nem áll magában, tisztán a Vég-lényekre szorítkozva. Analógiája többször megismétlődik a Cellulatak világában is, éspedig egy olyan vál-

tozatban, amelybe a helytűlő *Peritrichák* is beoszthatók a cyptopharynxba ürülő lüktetőhólyagjukkal. A Metazoonok között ugyanis a helytűlő lények nevezetesei arról, hogy a szervezet kiürítő csatornái: a végbél, az ivari és a kiválasztó vezeték előre tolódnak és a szájnyílás közelében szájadzanak. Ezt látjuk a Mohaállatokban, a Tüskebőrűekben és az Ascidiákban. Ha a Mohaállatok a végbélnyílás szempontjából ectoprocta és endoprocta csoportokra vannak felosztva,



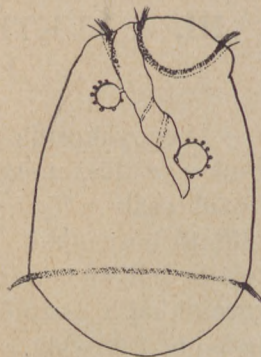
15. ábra.

15. ábra. *Stentor Roeseli Ehrbg.*



16. ábra.

16. ábra. *Epistylis nympharum Engelm.* 800-szoros nagyítás.



17. ábra.

17. ábra. *Gerda* a kővágóórsi kőtengerből az osmium-toluidin-kékes eljárás alapján. 500-szoros nagyítás. — *Gerda* sp. von Kővágóórs nach der Osmium-Toluidinblaumethode. 500-mal.

akkor a Stentorinák (15. ábra) az örvényszerv közeliébe, de a peristomális mező szomszédságába fakadó lüktetőhólyaggal a *Bryozoa* ectoprocta csoportjának is viszont a *Vorticellinák* (16. ábra), melyek egyúttal a helytűlő állatoknak erősebb szélsőségeit képviselik, az entoproctáknak felelnek meg.

Szemlélődésünk tekintetében rendkívül érdekes a *Gerdák* esete. Mellékelt 17. ábránk a kővágóórsi kőtenger kőlyukaiból mutat be egy közelebbről még meg nem határozható *Gerdát*. Ezek az állatok az általában helyhez kötött *Peritrichus*okkal szemben szabadon úszó lények, mintegy állandósult rajzóalakok. Két lüktetőhólyaguk a cytopharynxba torkollik, holott szabad életmódjuk a külső testfelületi szájadzást is lehetővé tenné. S ha ez a fajfejlődés során még máig nem következett be, úgy azt csak azzal magyarázhatjuk, hogy az öröklődés igen erősen a garathoz köti ezt a szervet.

III. A LÜKTETŐHÓLYAGOK SZÁMA ÉS MÉRETE.

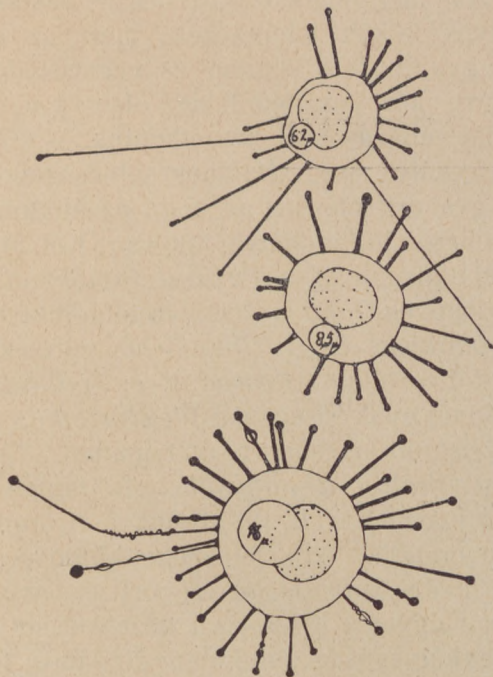
Leggyakoribb jelenség az, hogy a Vég-lényekben csak *egy* lüktetőhólyag lép fel. Az édesvízi Ciliaták közül csak a *Loxodes*ekről tudjuk, hogy nincsenek lüktető hólyagaik. Mivel feltehető, hogy ezek az állatok is hólyagos lényektől származtak, ezüstöző eljárásainkkal a *Loxodes magnum*on kísérleteket végeztem oly irányban, hogy legalább a kiürítő pórus csökevényeit megtaláljam, de hasztalan.

Az egyhólyagú élőlényekről általában azt állíthatjuk, hogy mentül nagyobb az állat, annál nagyobb a lüktetőhólyagának abszolút mérete is. E tekintetben azonban az állat elevenségétől s a lüktetések gyorsaságától befolyásoltan olyan nagy ingadozásokkal találkozunk, hogy fönnnebbi állításunk következményeként nem mondható, hogy ugyanazon testméretű fajok ugyanazon méretű lüktetőhólyagokkal volnának felszerelve.

A lüktetőhólyagoknak a test tömegéhez viszonyított úgynevezett relatív nagyságáról megint általánosságban azt mondhatjuk, hogy a kistestű lényeknek

viszonylag nagyobb hólyagjuk van, mint a nagy testűeknek.

Jellegzetesen egyhólyagúak a *Hypotrichák*, a *Peritrichák*, (kivételek a *Gerdák*) s a *Holotricha* csoport képviselői, utóbbiak közül a *Prostomaták* nagyrésze és a *Hypostomaták* közt a *Nassulák*.



18. ábra.

18. ábra. *Sphaerophrya parva* Greeff 560-szoros nagyítás.

Ugyanazon faj egyedeinek a hólyagja általánosan nagy méreteingadozást mutat. Ez alól az általános szabály alól szembeszökő kivételt képeznek a *Sphaerophrya parvának* a Tiszából előkerült példányai. (Lásd a 18 a—c ábrákat.) Itt kisebb, mintegy $25\ \mu$ átmérőjű állatokban $6.5\text{--}7\ \mu$ -ra, $30\ \mu$ -os állatban $8.5\ \mu$ -ra és $40\ \mu$ -os állatban váltakozva 16 vagy $18\ \mu$ -ra megnövő lüktetőhólyagok léptek föl. A hólyag az első

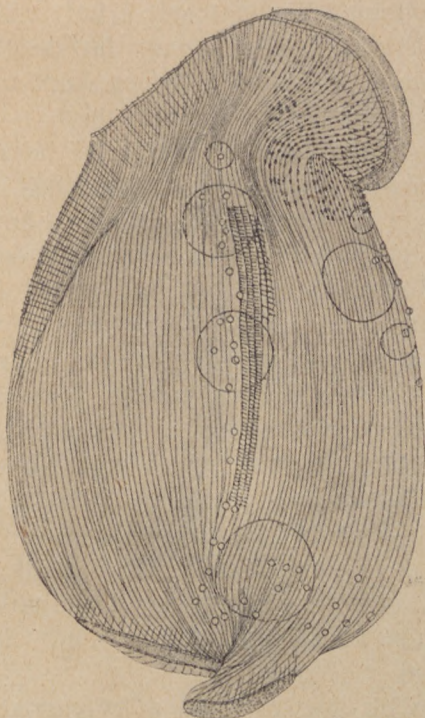
esetben a gömbölyded állatnak $1/16$, a másodikban $1/32$, a harmadikban $1/5$ illetőleg $1/6$ részét tette ki. A kisméretű állatoknak tehát relative csakugyan nagyobb hólyagja volt, mint a közepesnek, a nagyobb példák azonban a kicsinyeket mindenképen túlszárnyalják a hólyag viszonylagos mérete tekintetében. E nagyfokú méretingadozás teljesen azonos külső körülmények között jelentkezett, mert az állatokat egyszerre gyűjtöttük a Tiszából és megvizsgálás végett is egyszerre kerültek fedőlemez alá; itt tehát igazi individuális változásokról beszélhetünk.

Az egyhólyagúság általános jelenségével szemben elég gyakori jelenség az, hogy az állatoknak két vagy éppen sok lüktetőhólyagjuk van. Két lüktetőhólyaggal találkozunk pl. a *Paramecium*okban, némely *Frontoniá*ban, és *Ophoyoglená*ban több lüktetőhólyag a *Rhizopodák*ban és a *Holotricha* ciliaták között több *Pseudoprorodon*-, *Prorodon*- és *Spathidium*-fajban és különös gyakorisággal a *Pleurostomaták* között meg a *Hypostomata* csoport sok tagjában. — Sok lüktetőhólyag általában a nagyobb testű lényekben lép föl, amint ezt mellékelt 19. ábránk a *Bryophyllum*-ról szépen mutatja. Ezt a jelenséget különösen a *Trichostomata* és a *Spirotricha* csoport eseteivel igazolhatjuk, ahol ugyanis a kis- és a közepetestű lényekben az egyhólyagúság feltűnően általános jelenség. Így a *Spirotrichák* között a nagytestű *Bursaria* mintegy 400 lüktetőhólyaggal van felszerelve s a trichostomás *Frontonia vesiculata* és a *Cardiostoma vermiciformis* Kahl is a feltűnően nagytestű lények közé tartozik sok hólyagjával.

A mondottak nem jelentik azt, hogy a legnagyobb testű Véglények mind sokhólyagúak volnának. Így példának okáért egyik legnagyobb testű *Spathidium*, a csaknem milliméteres *Sp. giganteum* n. sp. egyetlen lüktetőhólyaggal rendelkezik, holott nála még tízszer kisebb Ciliatában is találunk sok lüktetőhólyagot. Tehát

egyáltalában nem meglepő az a körülmény, ha két egyforma nagyságú s ugyanazon genuszba tartozó faj közül az egyik többhólyagú, a másik pedig egyhólyagú.

A hólyagok számát ugyanis három dologgal is lehet pótolni, nevezetesen vagy nagyobb hólyagokkal, illetőleg egyáltalán egyetlen nagy hólyaggal, vagy ha



19. ábra.

19. ábra. *Bryophyllum caudatum Gelei*. Ezüstözött állat ballfelől és kissé a hátról tekintve. Kiürítő pórusok a lüktetőhólyagokon kívül is. — *Br. caudatum Gelei* versilbert, *Pori excretorii ausserhalb den pulsierenden Blasen.* $\frac{1}{3}$ -mal Oc. 2. $\frac{1}{12}$ Homog.-imm.

kisebbsel is, akkor annak gyors lüktetésével, végül pedig az entoplasma elkocsonyásításával.

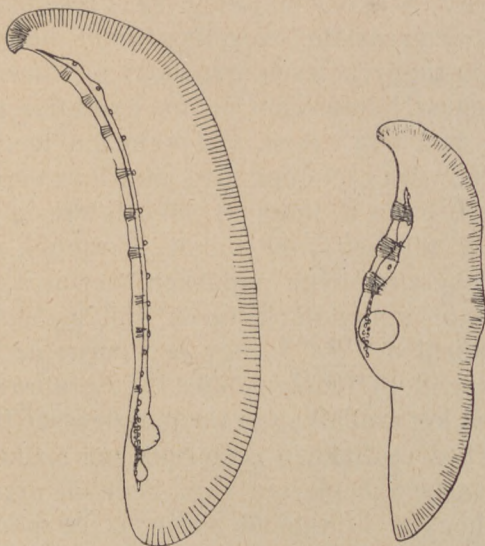
Annak lehetősége, hogy az egykori sokhólyagos állapot később kevéssel, vagy egyáltalán egyetlen hólyaggal is pótolható, kiviláglik abból a nagy variabilitás-

ból, mely a sokhólyagos állatokat jellemzi. A hólyagok számának egyéni variabilitására és vele a méretváltozására tanulságos példát nekem a *Prorodon vesiculatus* n. sp. szolgáltatott. Ennek az állatnak egyes példányain ugyanis az állat egész hátsó ötödében a hólyagoknak csak három szabálytalan öve jelentkezik. Ilyen esetben természetesen a hólyagok nagyobbak. A sok hólyag esetében nagy fáradtságba kerül a hólyagok számát közelítőleg is megállapítani; tapasztalatom szerint rendesen alacsonyabbra is becsüljük, mint amennyinek az az első tekintetre látszik. A *Lionotus pleurosigmá*val jártam úgy, hogy kezdetben dorsálisan és ventrálisan átlag csak hét-hét hólyagot véltem észlelni, míglen számos példa megfigyelésén arra nem jutottam, hogy 13—15 hólyag is föllép egyik-egyik oldalon.

A sokhólyagúság az egyhólyagos állapotba vagy a hólyagok kiveszésével, vagy pedig összeolvadásával megy át. Kiveszésről akkor beszélhetünk, amikor a hátsó hólyag funkcionális hypertrophia következtében lassanként fölöslegessé teszi az előtte fekvőket és azok a fajfejlődés során lassanként kimaradnak. Ennek a folyamatnak egy-egy stádiumát rögzítik meg azok az élőlények, melyeknek egy nagy terminális hólyagja körül a hátulsó testfélben még apró hólyagokat találunk.

A hólyagok összefolyását a hólyagok között kialakuló és rendszerint hosszanti lefutású csatornák, vagy csatorna teszi lehetővé. Erre a jelenségre soha rá nem jöttem volna, ha a kádártai dolomit-forrásokból gyűjtött nagytestű *Loxophylum meleagris* (20. *a* és *b* ábra) kiválasztószervének igen nagyfokú variabilitása rá nem vezet engem e jelenségre. A leírások erről az állatról azt állítják, hogy hátulsó testvége felé dorsális fekvésben egyetlen nagyobb lüktetőhólyaga van, melyből hosszanti csatorna vezet a mellső testvég felé. Laboratoriumi megfigyeléseim közben gyak-

ran találkoztam ezzel a lénnyel. Több esetben állapítottam meg a lüktetések időközeit. Eközben tűnt fel egyszer nékem az egyik példányon, hogy a rendes lüktetőhólyag mögött a dorsalis szegélyvonaltól azonos távolságban rendetlen váltakozással hol egy, hol két, hol három lüktetőhólyag lép föl, hol pedig egy sem található. S ezzel mintegy párhuzamosan a fő lüktetőhólyag vagy szabálytalan időközökben lüktetett, vagy kis mér-



20. a. és b. ábra.

20. ábra. *Loxophyllum meleagris* Duj. Nach Gelei 1933 c.

tékben a maximális méretét is váltogatta. Amint ennek lehetőségeit és okát kutattam, rájöttem arra, hogy a fajilag rendszeren jelentkező főlüktetőhólyag mögött a hosszanti csatorna hátrafelé is tovább folytatódik, néha csaknem a hátsó testvégig s ezek a kivételes lüktetőhólyagok ehhez a terminális csatornacsonkhoz tartoznak. Erre fölvetődött előttem a kérdés, vajjon variációs jelenséggként nem mutatkozik-e az előrehaladó főcsatorna mentén is néha-néha ilyen hólyag? Százakra menő példának türelmes átvizsgálása közben,

várakozásomnak megfelelőleg csakugyan azt láttam, hogy ritka kivételként a csatorna mellső végén is jelentkeznek lüktetőhólyagok és pedig egyetlen esetben láttam azt, hogy három lüktetőhólyag működött, amelyek szintén rendetlenül léptek föl. Erre tüzetesebben megfigyeltem a hosszanti csatornát, kérdezvén magamtól, miként lehetséges, hogy a csatorna a főhólyagtól jelzett szokott helyén kívül is kifakadhat a testfölkületre? S eközben jöttem rá a csatornára vonatkozó származástani megállapításom legfontosabb bizonyítékára, nevezetesen arra, hogy a csatorna szomszédsága egész lefutásában piciny excretiós pórusokkal sűrűn meg van rakva, melyeknek a testfölkületen pellikuláris gyűrűk felelnek meg. Már maga a csatorna el van kissé tolva a hátoldal jobb felére, a kiürítések pedig teljesen jobb oldalt fekszenek és pedig ezüstözött készítmények tanúsága szerint a trichites szemölcsöktől számított 2. és 3. illetőleg hátrább a főhólyag körül a 4. és 5. (egy-egy pórus az 5. és 6.) csillósor között. A főhólyag körül a 20. ábránk tanúsága szerint két szabálytalan tömött pórusor található. A pórusokhoz csatlakozó csatornák ma szűkek és fenekükön vastagabb plasma van. Ezekből arra következtetek, hogy a fajfejlődés során az egykori hólyagok sora hosszanti csatornával köttetett össze, a csatorna mintegy magába vette a hólyagokat, az egyes kiürítő pórusok azonban származástani nyomokként még fennmaradtak.

Ehhez teljesen hasonló eseteket láttam egyes *Stentorok* hosszanti csatornáján is. — Különösen kiemelendő e jelenséggel kapcsolatban az, hogy itt is, mint ahogy azt mindenütt láthatjuk, ahol élő fajon fajfejlődéstani nyomokkal van dolgunk, valamely egykori alkatrésznek csökevényével nagyfokú variabilitás jár együtt.

Még érdekesebb a *Lagynus sphaericus* n. sp. esete. Ennek gömbölyded hátsó testvégén 5—8 excre-

tiós pórusa van. E mögött rendszerint több apró hólyag keletkezik és azok egyenként ürülnek ki. A pórusok azonban oly közel vannak egymáshoz, hogy miattuk lehetővé válik a hólyagok összefolyása is. Így ebből igen rendetlen lüktetés származik. Megtörténik az, hogy valamennyi hólyag egybeolvad és akkor a nagy hólyagok után lassú lüktetést látunk, vagy pedig 5—6 kis hólyag gyors egymásutánban pattan ki. Mászor egymás mellett két nagyobb hólyag képződik s ezek feltelése alatt a szomszédságban két-három kis hólyag kétszer is kiürül. Itt tehát *egy élettani több — vagy sokhólyagúság egyazon állaton variál az egyhólyagúsággal.*

Hasonló példát az *Arcella discoides*en is észleltem. Itt egy esetben láttam azt, hogy egy hólyag helyére két kisebb lépett és azok vagy 10 lüktetést külön-külön végeztek és megint egybeolvadtak. Egy másik esetben előbb három hólyag működött hosszasan egynek a helyén s azok is később egybeolvadtak.

Ezekből a példákból tehát világosan láthatjuk, hogy *nem oly nagyon nehéz dolog a korábbi fajfejlődéstani egyhólyagos állapotnak a több-hólyagosba és viszont egy volt sok-hólyagosnak egyhólyagosba való átmenetele.*

IV. A KIVÁLASZTÓ RÉSEK: EXCRETIÓS PÓRUSOK SZÁMA ÉS ALKATA.

Az egy-egy lüktetőhólyaghoz tartozó excretiós pórusok számáról ma még nem könnyű dolog összehasonlítólágg beszámolni, egyrészt amiatt, mert a csatornák keresztmetszetüket tekintve kicsinyek, másrészt amiatt, mert az eddig ismeretes közönséges festőeljárással a pórusperem meglehetősen nehezen színezhető. Némirészt könnyű volna ezeket megfigyelni az élő állaton, mert a pórustövező gyűrű erős fénytörése

következtében meglehetősen különbözik a környezettől. Itt azonban sok bajt okoz a szemlélőnek az, hogy csak immersziós nagyítással vizsgálhatók e képletek, ahhoz pedig pontos beállítás szükséges, amit a folytonosan mozgó állat meglehetősen megnehezít. Ha meg fedőlemezzel jól leszorítjuk és igen odalapítjuk az állatot, akkor sokszor bajt okoz az is, hogy a lüktetőhólyag kiválasztó plasmájában a pellicula felől képződő hólyagocskák rendszerint a pórus excretorius magasságában vetítődnek és megtévesztik a szemlélőt. Különösen nehéz az oly gyakran terminális állású hólyagok pórusainak megszámlálása, mert a réseket csakis felületi képeken lehet jól látni, már pedig az állatok rendszerint úgy fekszenek a mikroszkópikus képen, hogy a réseket oldalról látjuk; itt a pórus számáról csak a véletlen nyujthat felvilágosítást akkor, mikor az állat a készítményben fenekével tekint fölfelé. Ma már azonban a pórusok számának megállapítása semmi nehézségbe nem ütközik, mert a *Gelei-Horváth*-féle ezüstöző eljárással, az én aranyozó módszeremmel, vagy az újabb módosításokkal (1934) minden rést ki lehet mutatni.

A megbízható módszerek nem régi kelete érteti meg velünk azt, hogy a kiürítőrések számára vonatkozólag az irodalomban alig találunk adatokat. **Doflein** könyve az új *Reichenow* kiadásban s épp úgy a **Junk** kiadásában megjelent *Tabulae Biologicae* is tölem közel adatokat. Az újabb szerzők közül csak **Kahl** volt tekintettel erre a kérdésre.

Tapasztalataim szerint az egy-egy hólyagra eső kiürítő pórusok száma 1 és 8 között váltakozik; leggyakoribb eset az, hogy a hólyag egyetlen résen ürít. A pórusok számának megoszlását illetőleg nagyjában azt mondhatjuk, hogy a kicsiny hólyagoknak egy, vagy kevés számú pórusa, a nagy hólyagoknak pedig több pórusa van. Kapcsolatos még a pórusszám a lüktetés gyakoriságával is. A *Spirostomum*-nak szerfölött

magy, de lassan működő lüktetőhólyaga csak egy póruson ürül ki, holott ezzel szemben a *Clathrostoma*-nak kicsiny és gyors ütemes hólyaga igen gyakran három nyílású. A sokhólyagú állatokon egy-egy hólyaghoz rendszerint csak egy kiürítőrés tartozik és az is piciny. Nem csekély meglepetéssel tapasztaltam azonban, hogy egyes *Lionotusok* hólyagai kétpórusúak. A *Bryophyllumok* hátsó nagyobb hólyagjain pedig, mint az a 16. ábrán látható, egyenest 8 rés is képződik (Gelei, 1934.). Kahl szerint a *Pseudoprorodon vesiculatus* Kahl egy-egy hólyagján 4—4 pórus található.

Megjegyzem végül, hogy a pórusok száma a fajon belül meglehetősen állandó. Legelőször a *Paramecium nephridiatum*on tapasztaltam variabilitást annyiban, hogy a szokványos 2—2 nyílás helyett néha 1 lép fel. A variáció legnagyobb tágasságát a *Clathrostoma viminalison* tapasztaltam, melyen a szokványos két pórus mellett elég gyakran három és igen ritkán egy nyílás lép fel. Hasonlót észleltem a *Paramecium bursaria* egyik szintelen rassán, ahol az átlagos két pórus mellett szintén 1 és 3 is előfordult. A *Spathidium spathula* végső fekvésű hólyagjához pedig 2, vagy 3 rés csatlakozik.

A lüktetőhólyagnak működéséhez nincs föltétlen szüksége állandó kiürítő pórusra (Gelei, 1934.). Így a *Rhizopodák* világában sehol se találunk praeformált rést. Akár helyhez kötött, akár vándorlóhólyagja van az állatnak, ahol az a pellikulára felragad, azt ott leolvasztja (solificálás) és átrepeszt. Bizonyos tekintetben ezt az állapotot őrizték meg a Ciliáták között egyes *Spirotrichák*, így a *Stentorok* és a *Hypotrichák* is, ahol nyitott kerek rés szintén nem képződött, hanem a pellikula minden ürítés után összezáródik, illetőleg a *Stentorok* esetében egy világos ellipticus folt marad a rés helyén. A *Hypotrichák*ban maga a záróvonal, vagyis a csukott állapotú rés úgy látszik, mégis

állandó, mert az *Euplotesek* neuronema-rácsa e vonalhoz épp olyképp igazodik, miként a cytophyge-vonalhoz. Ismeretlen a *Peritrichák*nak a vestibulumba torkoló szervének a nyílása is.

Különben a *Ciliaták*ban általában mindig nyitott pórus excretorius képződik, mely néha a testből kiemelkedő szemölcs (papilla excretoria) tetején ül (példárá némely *Nassula*). A nyílás rendszerint kerekded, ritkán elliptikus (*Loxocephalus*, *Urocentrum*). A pórust rendszerint vastagabb pelliculáris gyűrű övezi; ez biztosítja nyitott voltát.

A pórus mérete igen korlátolt: rendszeren $1\ \mu$ alatt áll; igen ritka a két mikronos rés. Ez a kis méret magyarázza meg azt, hogy gyorsan működő nagy hólyagok fölött miért képződik két vagy több nyílás.

V. A KIÜRÍTŐ CSATORNA ALKATA.

(Canalis efferens: urethra [Gelei], tubus excretorius [Kahl]).

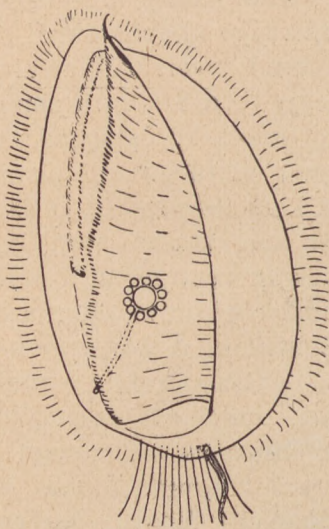
Nedvesen ezüstözött készítményeken kitűnően tanulmányozható.

A hólyagból az ectoplasmán át a fölületre vezető ez a rövid csatornaszakasz csakis az állandó jellegű, kerekded és mindig nyitott pórussal kapcsolatban fejlődik ki; tehát kiürítő csatornácskát sem a *Rhizopodák*-ban, sem a *Stentor*—*Hypotricha*—*Peritricha*-csoportban nem találunk. De itt nincs is szükség ilyen csatornára, mert a hólyag közvetlenül érintkezik a pelliculával. Azonban vastagabb ectoplasma választja el a *Peritrichák* hólyagját a vestibulum falától, de ezüstözött készítményeink mégse mutatnak sem kiürítő nyílást, sem pedig odavezető üreges csatornát. Itt egy résszerűen összezsukódó, puha csatorna és pórus fejlődött; egészen olyan, mint aminő a *Parameciumok* sugárcsatornájának proximális szakasza, a kapocstag,

mely a lüktetés után szintén összeesik és rá nyomtalanul eltűnik, hogy a következő pillanatban újra nyiljék.

A kiürítő csatorna rendszerint igen rövid, a testfelületre merőleges és a hólyaghoz képest radiális állású, vagyis a lehető legrövidebb kialakulású; ez hasznossági szempontból magától is érthető. Kivételesen ilyenek látjuk a *Gymnostomák*ban s ezért egyúttal a testfelületre merőleges rövid csatornát tartjuk a primitív, ősi állapotnak. E szabály alól csak ritka esetben látunk kivételt. Ilyen kivétel a *Nassulák* kiürítő csatornája (l. a 8. ábrát), amely nem a hólyagnak a felületről nézett középtájáról, hanem hátsó feléből indul ki és nem merőleges a felületre, hanem hátrafele dül. Ezt a kivételeességet itt az a folytatólagos kivételes helyzet magyarázza meg, hogy egyúttal az egész lüktetőhólyag ventrálisan a száj közelében fekszik s így legalább a kiürítőcsatorna igyekszik a hátsó testvéget megközelíteni. A *Lorocephalus colpidiopsis* Kahl kiürítőcsatornája hátrafelé görbült, aránylag elég hosszú csatorna, amint azt ezüstözött készítményen észleltem. Legfeltűnőbb valamennyi között néhány *Lembadion* (így a *magnum* Stokes, *bullinum* Perty és a *lacina* Maskell) hosszú, görbe kivezetőcsatornája, mely hosszával a hólyag átmérőjének négyszeresét is felülmúlja (lásd a 21. ábrát). Ezeknek a görbe, hosszú csatornáknak különös esetében mind származástani nyomokat kell keresnünk, s különösen a *Lembadionok*ban a csaknem az egész testhosszára kiterjedt száját tehetjük felelőssé azért, hogy ez a lüktetőhólyagot a helyéről elnyomta s a helyét változtatni nem tudó pórust (lásd fennebb a pórusrak örökletesen kötött helyét) hosszú csatorna nevelésére készítette. Hosszú kiürítőcsatorna jellemzi a *Discophryákat* és a *Rhynchophrya pulpanst*. Ezeknek vastag pellikulája és ectoplasmája készítette a szervet hosszú csatornáképzésre.

A kiürítőcsatorna falát pellikula béleli, mely gyakorta kettős körvonalúnak látszik. *Paramecium*okon és *Lembadion*okon figyeltem meg (1934), hogy fejlődés közben a cső a pellikula betüremkedéséből keletkezik. s egyelőre fenéke is pellikulával van béelve. A kezdetben gömbölyded fenék később kiegyenesedik, mint a pohár alja és egy kisebb középfolton a pellikula felszívódik. A lüktetőhólyag ezen a protoplasmás hár-



21. ábra.

21. ábra. *Lembadion magnum* Stokes 700-szoros nagyítás. Formol-osmium-toluidinkék.

tyával bezárt nyíláson át üríti ki tartalmát. A pellikuláris fenékrész némely fajban kissé kifelé nyomódhatik, mikor is a sörösuveg aljához hasonlít az egész csatorna. **Kahllal** (1930, 4. o.) egyértően figyeltem meg én is, hogy egyes fajokban a csatorna belső vége nem kerekded ablakkal kivájt, hanem össze van nyomva, mint a klarinét szópókája. Ez esetben a kiürítő nyílás hasítékszerű. — Sokszor ejtett gondolkozába az a pazarlás, melyet a véglénytest a sok kiürítőcsatorna kitermelésében véghezvisz. Miért szükséges pl. a *Bryophyl-*

lum hátsó hólyagjához 8 csatorna (v. ö. Gelei 1933), mikor egyen is ki lehetne üríteni a gyüledéket? Felelet rá: „nagy a hólyag, egy résen nehezen fér ki a gyüledék!” Akkor a további kérdés: „Mivel kevesebb pellikulából lehet egyetlen megfelelően vastag csatornát felépíteni, mint 8-at, miért nem a vastag csatornával oldja meg a Véglény a kiürítést?” A feleletet mind ezekre a kérdésekre abban lelhetjük meg, ha rámutatunk, hogy az egész Ciliata világban korlátolt a cső harántmérete és hogy ez a szűk cső is tágnak mutatkozik ott, ahol azt le kell zárni, nevezetesen a hólyaggal érintkező belső végén. A záradékot ezen a szűkült résen egy kis protoplasmahártya képezi, mely nem szelepszzerű állandó lapocska, minthogy én azt ezüstöző eljárásaink megszületése előtt feltételeztem (Gelei, 1922.), hanem csak egyszerű zárólap, mely a hólyag falából került ki *s a rés azért kicsiny és vele együtt a kiürítőcső éppen azért szűk, mert a puha protoplasma mint záróhártya csak szűk ráján tud kellő ellenállást kifejteni.*

A kiürítőcsatornát övező plasmában ezüstözéssel gyakorta egy elmosódott határu szemcsézetet lehet látni. Ennek rendeltetése teljesen ismeretlen előttem.

A kiürítő csőre nézve itt kifejtett valóságokkal szemben, melyeket én már Khainszkyval együtt korábban megírtam (Gelei, 1925) Ans Haye 1930-ban, dolgozata 44. oldalán arról beszél, hogy a pellikulacső minden lüktetés után újra keletkezik, a külső pellikula megismétlődő betüremkedése folytán és ugyanakkor a szomszédságból odatolódott hyalinus ectoplasma dugaszolja el (34. ábrája szerint) az egész frissen keletkezett csatornát. Ezzel szemben ezüstözött készítményeim világos tanúsága alapján ismételten kiemelem, hogy a kiürítőcsatorna protoplasma-dugasztól teljesen mentes, abban systole után csakis a hólyagból kiürült gyüledék marad vissza és csakis a csatornának a kiürítőhólyaggal szomszédos feneke van középtű egy

igen vékony plasmahártyával lezárva, mely valószínűleg magának a lüktetőhólyagnak a falából származik.

Végezetül megjegyzem, hogy a kiürítő cső bélését módosult pellikulának kell tekintenünk, és pedig azért, mert az ezüstöző eljárásainkban erősen barnára színeződik, holott ugyanakkor a testfelületi pellikulát alig fogja a festék.

VI. A HÓLYAGHÁRTYA.

A bevezetésben már rámutattam a kérdés irodalmára. Ott egyúttal említettem, hogy a kiválasztó-készüléknek ezt az alkatrészét a *Paramecium*ban **Nassonov** a Kolacsev-féle osmiumozó eljárással, én pedig osmiumos rögzítések után a savifuchsin-tolidinkékes eljárásban pirosra való színeződés alapján mutattam ki. Festőeljárásaim mindössze csak a létét s ezentúl csak annyit mutattak még, hogy a hártya a csatornában vastagabb, mint aminő vastag a hólyag felületén, emennek telt állapotában. A Nassonov-féle eljárással, méginkább azonban az én ezüst-osmium-formol módszeremmel, illetőleg chromezüstöző eljárással a hártyról az állapítható meg, hogy az szemcsés szerkezetű. Mivel az osmiumperoxyd rögzítő hatása nem csapadékképzésben nyilvánkozik, valószínű, hogy a szemcsék nem műtermékek, nem alvadékképződmények, hanem a szemcsészetben természetes szerkezeti képet látunk. A szemcséket osmiummal való színeződésük miatt lipid-elemeknek tekintettem s nekik a kiválasztás folyamában lényeges szerepkört tulajdonítottam. **Ans Haye** (1930) adataimra és vizsgálati eljárásomra támaszkodva, lipid-szemcsészetet talál a *Stentor polymorphus*, *Spirostomum ambiguum*, *Balantidium entozoon*- és az *Isotricha prostomiá*ban. Különben pedig az a felfogása, hogy lipid-szerkezetre mindenütt következtethetünk, ahol e fal egyáltalán szemcsés, akár-

mivel is mutatták ki a szemcséket. A lipoid-tartalmat azonban nem tartja kizárólagosan szükségesnek a kiválasztás gyakorlásához.

A nephridiális rendszer bélelő hártáját a *Parameciumon* végzett vizsgálatom alapján hajlandó voltam minden élőlényre vonatkozólag egy állandó, a lüktetések végén a systole alkalmával el nem múló s így újra sem képződő elemnek tekinteni. Lényegében véve ennek a dolgozatnak is az a törekvésem szülte az első indítékát, hogy az állandó hártját a hólyag körül minden lüktetőhólyagos Véglényen ki akartam mutatni. Újabb vizsgálataim azonban arról győztek meg, hogy téves volna ilyen általánosításokba belemenni, így nyilatkozik Taylor is. Igaz ugyanis az, hogy a hártja nagyon sok állatban a systolében összeredősödik, némely állatban pedig csekély mennyiségű folyadékot rendszeresen visszatart és így az ilyen esetekben a hólyaghártja el nem tűnéséről megdönthetetlen bizonyítékot szerzünk; de viszont az is igaz, hogy a *Rhizopodákban* és alsóbbrendű *Holotricha ciliatákban*, így különösen a *Spathidiumokban* s a *Lagynusokban* az ad hoc functionáló hólyag a systolében teljesen kiürül, a hólyagfal pedig felragad a szomszédos ectoplasmára és falastól végleg megszűnik. Új lüktetőhólyag pedig ez esetben kétféleképpen keletkezhetik, vagy úgy, hogy az egyik, közben odanyomult nagyobb mellékhólyag lép elő főhólyaggá, vagy pedig a régi hólyag helyére összefutott kiválasztó plasmában egyelőre néhány apró hólyag keletkezik, amelyek később egy középhólyagba egyesülnek. Az előbbi esetben, amelyet a *Spathidiumokban*, *Didiniumokban* és *Blepharismákban* figyeltem meg, minden kétséget kizáróan lehet a régi hólyaghártja megszűnését megállapítani. A másik esetben, amelyet az *Amoeba*-féléknek, vagy az *Arcellák*-nak lassan működő hólyagjai képviselnek, ép olyan világosan tudja megfigyelni az ember, hogy a kiürülés után csak egy piciny fénylő protoplasma-foltocska ma-

rad a hólyag helyén vissza, amelyben néhányadmagukkal új hólyagocskák keletkeznek.

Egyik nagy *Spathidiumon*, a *Sp. giganteumon* igen érdekes dolgokat tapasztaltam a lüktetőhólyag képződését illetőleg. (Gelei, 1934.) Mindenekelőtt itt is világosan megállapítható, hogy a kiürülő óriás-hólyag falastól beolvad a szomszéd veseplasmába és új hólyaggá egyik nagyobb szomszédos mellékhólyag lép elő. Ez a hólyag azonban nem közvetlen az öreg szomszédságában keletkezett, hanem lassanként távolabbi keletkezési helyéről vándorol az excretiós porushoz. (l. Gelei, 1934.) Nem tételezhetjük fel, hogy egy-egy *Spathidium* annyi ezer piciny hártát eleve osztályrészül kapjon az ő veseplasmájában, mint ahány hólyag élete folyamán az excretiós porus előtt megsemmisül és így számolnunk kell azzal, hogy ugyanaz a veseplasma a lüktetőhólyag hártáját többször újra tudja képezni. Evégett a *Spathidium* esetében fel kell tételeznünk, hogy a veseplasma igen csendesen áramlik s így minden hólyagnak az ectoplasmához csapódott maradék része az ectoplasma alatt vissza, helyesebben előre sodródik az új hólyagok keletkezési fészke felé.

A *Spathidium*éhoz hasonló jelenséget tapasztaltam egy sokhólyagú s egyben nagytestű *Amoeba*-fajon is. Ebben az állatban a hátulsó testvég protoplasmája, mint valami terminális kiválasztó plasma, állandóan termeli a kis lüktetőhólyagokat. Ezek a termőfészekből bizonyos mennyiségű plasmával övezve leszakadnak és a tovafolydogáló állat előreáramló protoplasmája magával ragadja a hólyagokat. Itt a hólyagok tehát ép ellentétes irányban áramlanak, mint a *Spathidium*éi. Ritkán ugyan, de egyes hólyagok egész a mellső testvégig, az ide-oda ömledező karajos állabakba is előre jutnak. Fejtegetéseink szempontjából pedig két fontos jelenséget mutatnak: az egyik az, hogy a protoplasma áramában találkozók kisebb hólyagok összefolynak, a másik pedig az, hogy keletkezési helyüktől távol az

ectoplasmára felragadnak és kipattannak. Az odut körülfogó kiválasztó plasmának azonban itt sem kell feltétlenül megsemmisülnie, mert az Amoeba pellikulája folyton hátrafelé csúszik (lásd Gelei, 1934) és így feltehető, hogy minden, már egyszer functionált, nephridiális plasmacsepp megint hátra jut ugyanabba a fészekbe, amelyből az előbb működő körútjára kirajzott.

Nem hallgathatom el végezetül, hogy a régítől független, új hártya képzésével már a Véglények oszlása miatt is számolnunk kell. Igaz ugyan, hogy **Nasonov** a *Paramecium* új hólyagját a régiből származtatja, ezzel szemben azonban *Blepharismákon* láttam, hogy az új hólyag a régítől függetlenül képződik; sőt általában úgy tapasztaltam, hogy a terminális hólyaggal felszerelt lényeken a mellső egyedek rendszerint nem osztozkodnak az anyaszervezet kiválasztó szervecskéjén, hanem bennük a kiválasztó plasma és a hólyag falastól újra képződik. Ez az újraképződés physiologiailag nem független a régítől, amint azt már fentebb kifejtettem (lásd Gelei, 1934).

Ezek szerint tehát a hólyaghártya lehet mülékony is, lehet állandó is. A ma élő Véglények alsóbbrendű formái s így általában ősi állapotban nem volt a lüktetőhólyagnak *permanens* falhártyája, később és így a magasabbrendűekben kiképződött a *permanens* fal. De itt is minden oszlás alkalmával megismétlődik a falnak újraalakulása. — Állandó és mülékony fal egymás mellett is lehetségesek. Így sok esetben az állandó falú főhólyagot müló hártájú mellékhólyagok övezhetik. A *Loxophyllum* esetében pedig az állandó falú főcsatornához mülékony főlüktetőhólyag csatlakozhatik.

VII. A KIVÁLASZTÓPLASMA.

A legújabb idők kutatásainak érdeme, hogy a Vég-lények protoplasmatikus differenciálódásában ezt a fogal-mat megalkotta. **Nassonov** ezt az alkatelemet reduk-ciós képessége alapján osmiophilus hüvelynek, én pedig szerkezetére és működésére való tekintettel vese-, vagy nephridiális plasmának neveztem el. **Nassonov** (1924—1925) a működést illetőleg nem tesz különbséget a gyüledék-kiválasztás és a mirigytermék-elválasztás között és ilyenképpen homologizálja a magasabbren-dűek mirigysejtjeiben található *Golgi*-készüléket a Vég-lények lüktetőhólyagjainak osmiophilus-lipofer hüve-lyével. Én azonban (1925, 1928) a lüktetőhólyagot övező plasmát határozottan csakis kiválasztó- vagy veseplas-mának tartom.

Aki a Vég-lények kiválasztó készülékét — a sze-get fején találva — akarja méltatni, annak nem a lük-tetőhólyagról, hanem erről a veseplasmáról kell be-szélnie. A kiválasztás szempontjából lényegében véve ugyanis ez az egyetlen fontos kellék, mivel mint láttuk, a veseplasma a *lüktetőhólyag hárttyafalát* is ki tudja önmagából termelni.

Az excretiós plasmát elsősorban és bizonyos tekin-tetben fénytörése alapján lehet megkülönböztetni. Sok állatban azonban oly kevés ennek a plasmaburoknak környezetével szemben a fénytörésbeli különbözősége, hogy az élőállaton legfeljebb csak a mellék-hólyagok terjedelméből vehetjük ki, hogy az állomány radiálisan meddig tart. Az *Euplotes*-ről **Taylor** is úgy találta, hogy veseplasmája annak is észrevétlenül megy át a kör-nyezetbe. Újabban azonban meglehetősen számban aka-dok különösen a *Nassulák* között olyan fajokra, ame-lyekben az erősebb fénytörés következtében egészen világosan látható az excretiós protoplasmaudvar. Ugyan ezekben az állatokban az excretiós plasma a sublimá-tos rögzítések hatása alatt el is válik a környezettől

s így, rögzített állapotban az egész példányokon is jól észlelhető. Ez a sublimat-zsugorodás arra vall, hogy a nephridiális plasma az életben vízben gazdagabb, mint a környezete, ez pedig működésének megítélése tekintetében igen fontos jelenség.

A kiválasztó plasma mennyisége egy-egy hólyag körül igen különböző. Egyes *Amoeba*-fajtákban a diastole fokán olyan vékony, hogy a veseplasma és hólyaghártya egynek látszik. Meglehet, hogy a valóságban is csakugyan azonos a két dolog, mindössze talán csak a fizikai állapotukban van az a különbség, hogy a hártya inkább kocsonyás (gel), a rajta kívül eső plasma pedig inkább olvadt (sol) állapotú. Az *Amoeba*-hólyag külső felülete a benne keletkező mellékhólyagok hatására ripacsosan kidomborodik.

Nassonov a lüktetőhólyag, illetőleg magasabbrendűekben a sugárcsatornák körül a metazoonok *Golgi*-féle készülékére emlékeztető képződményt talált, melyet — mint említettem — osmiophilus hüvelynek nevezett el és lipofer tulajdonsággal ruház fel. Én a *Paramecium* veseplasmájában már az első vizsgálataim (1925) alkalmával kétféle állományt találtam. Az egyik, melyet a kiválasztás szempontjából fontosabbiknak tartottam, radiális szerkezetű, a másik pedig az ezt kitöltő indifferens köztiplasma. Második idevonatkozó dolgozatomban kiderítettem, hogy a sugaras szerkezetű állomány azonos a **Nassonov** osmiophilus hüvelyével, melyet én a gyakrabban mutatkozó szerkezete alapján utoljára *spongyomának* neveztem el. Chromezüstös készítményeim arra tanítottak, hogy a lipofer elem a szintén ilyen természetű és fentebb már szemecskésnek minősített sugárcsatornák hártyafalából nő ki. A kinövő képletek dorongformájúak és természetesen radiális állásúak. Később a dorong megvastagodott része nyújtványokat bocsát, a nyújtványok a szomszédos vastagulatok között egyes, vagy hármas kapcsolást hoznak létre s az egész rendszer a szálak szabályos

megvastagodásai folytán spongyás szerkezetet mutat: innen a spongyoma elnevezés. A spongya szabálytalan odvai arra valók, hogy bennük elnyelten gyüledék halmozódjék fel (ez néha cseppekben ki is válik).

Ezek a vizsgálatok egyúttal kiderítették azt is, hogy a kiválasztókészülék ismertetett elemei között fejlődésbeli, származásbeli folyamatosság van. **Nassonov** szerint a radiális csatornák a fejlődés folyamán a központi hólyag falából nőnek ki, ezt magam is megerősítettem és folytatólag azt találtam, hogy a spongyoma viszont a sugárcsatornák falából származik.

További vizsgálatoknak kell kideríteniök azt, hogy a spongyoma mennyire van elterjedve a Ciliáták között. Eddig a *Paramecium nephridiatum* és *caudatumon* kívül a *bursariában*, a *Frontonia leucasban* és az *Urocentrum turboban* találtam e képződményt. **Haye** (1930) a *Balantidiumban*, főként pedig az *Ophridium versatileben* ír le veseplasmát; az utóbbiban radiális szerkezettel. **Haye** a *Paramecium* veseplasmáját kifelé is élesen határoltnak, mintegy hárttyával lezártnak írja és rajzolja (lásd a 32. ábráját) le; én azonban mindig elmosódottnak tapasztaltam.

Igen valószínűnek tartom, hogy a veseplasmának fejlődéstanilag két morfológiai fokával kell számolnunk, nevezetesen az alsóbbrendűeknek *nem strukturált*, egyelőre homogénnek tartható (legfőljebb csak a fal mentén szemcsés) és a magasabbrendűeknek *nemhomogen, spongyás, radiális szerkezetű veseplasmájával*, melyben a szervet a test egyéb plasmáitól az osmium hatása után előtűnő spongyás szerkezet különbözteti meg, s éppen ezért ezt a megkülönböztető bélyeget, a *spongyomát*, a működés szempontjából is a lényeges résznek tarthatjuk. (Lásd ezzel ellentétben **Hayet** (1930 75. o.), ki szerint a kiválasztó funkciónak a fal egész fizikai-kémiai tömegéhez kell kötve lennie).

C) Élettani rész.

VIII. A KIVÁLASZTÓSZERV MŰKÖDÉSE ÁLTALÁBAN.

A kiválasztószerv működésében három fő szakaszt különböztetünk meg. Az első a kiválasztó-plasmának víz- és gyüledékfelvétele a környező plasmából, a második ennek kikülönítése (hólyagképzés) magában a plasmában és a harmadik a lüktetés. Az első kettő valószínűleg túlnyomórészt vegyi, az utóbbi pedig fizikai folyamat.

A jelenségek kémiai részéről vajmi keveset tudunk, ismeretlen előttünk az, hogy a kiválasztóplasma környezetével hogy tart fenn működési viszonyt s ismeretlen az is, hogy önmagából miként különíti el, miként juttatja át a hólyagba a gyüledéket. Itt mindössze a működés gyorsaságát befolyásoló tényezőkről tudunk többet mondani. Annál nyilvánvalóbb a fizikai rész, vagyis a lüktetés, mert ez egy látható, sőt a Vég-lény életében annyira feltűnő jelenség, hogy annak révén **Spallanzani** már 1766-ban felfedezhette a lüktetőhólyagot.

A lüktetésről általánosságban kevés mondani-valónk van. Kijelenthetjük mindenekfelett róla azt, hogy változatlan életfeltételek között meglehetősen állandó, sok esetben szabályosan ütemes. Tudjuk azt is, hogy a kiürítés, vagyis a lüktetés rendszerint gyorsan történik, holott ezzel szemben a megtelezés mindig lassú. A szív működésének mintájára tehát itt is egy gyorsabban lejátszódó összehúzódási: systolés és lassabban kifejlődő elernyedési: diastolés szakaszt különböztetünk meg. A

kettő között bizonyos tekintetben az a viszony állapítható meg, hogy a gyorsan telő hólyag rendszerint gyorsan is ürít, így pl. a *Cyclidium*ok átlag 3 másodpercenként megtelő hólyagja csaknem robbanásszerűleg ürül, holott a 30 másodpercenként ürítő *Euplotesek*, vagy a több perc alatt megtelő *Suctoriusok* hólyagja kényelmes lassúsággal néha másfél, esetleg két másodperces idő alatt ürül.

A megtelés rendszerint meglehetősen folyamatosan megy végbe, s amennyiben kezdetben gyorsan, később lassan telik a hólyag, ez csak látszat, mert a gömbszerű testnek méretbeli növekedése azonos adagolás mellett az átmérőnek mind kisebb és kisebb növekvésére vezet (lásd **Rhumblér**). A sugárcsatornás lényekben kivételesen mégis azt látjuk, hogy a töltődés kezdetben lökésszerűleg indul, szóval diastolés lüktetésről beszélhetünk, amennyiben a *Paramecium bursaria* esetében azt látjuk, hogy a sugárcsatornák tartalmukat az első pillanatban lökésszerűleg ömlesztik a hólyagba. Ez a jelenség egyúttal igazolja azt is, hogy mennyire helyesen jártam el akkor (1925), mikor az ampullákat a főhólyaggal összekötő rövid csatornaszakaszt fecskendő csatornának neveztem el.

A lüktetésnek másodpercekben kifejezett gyakoriságát néhány állatra vonatkozólag a csatolt táblázat mutatja be.

IX. A LÜKTETÉS GYAKORISÁGA.

Rhizopoda:

				Másodperc.
<i>Amoeba limax</i>	---	---	---	315—420
<i>Amoeba proteus</i>	---	---	---	240—360
<i>Euglypha alveolata</i>	---	---	---	58—82
<i>Nuclearia caulescens</i>	---	---	---	20
Kis <i>Arcella</i> -faj.	I. hólyag	---	30 33	24·0
	II. „	---	29 34	25·4
	III. „	---	29·3	24·5

Ciliata. Gymnostomata:

Másodperc.

Holophrya sulcata n. sp.	---	---	---	24
Lacrimaria apiculata	---	---	---	20
„ hialina	---	---	---	60
„ olor	---	---	---	10—14
Trachelophyllum apiculatum	---	---	---	28—70
Spathidium violaceum	---	---	---	40—45
Perispira viridis	---	---	---	85—120
Legendrea carinata (nagy)	---	---	---	50—65
„ spathidioides (kicsi)	---	---	---	30—35
Lionotus anser	---	---	---	27—65
„ (nagy)	---	---	---	40
„ (kicsi)	---	---	---	17—18
„ cygneus	---	---	---	33—50
Lagynus armatus	---	---	---	120—180
Coleps (kicsi)	---	---	---	100—110
Nassula tricirrata	---	---	---	10—11

Trichostomata:

Chlathrostoma sp.	---	---	---	4—6
Chlathrostoma viminale	---	---	---	12
Colpoda cucullus	---	---	---	25

Hymenostomata:

Lembadion flagellatum	---	---	---	3·5—4
Cyclidium glaucoma	---	---	---	2·5—3
Pleuronema coronata	---	5·5—6·5	(10—12)	
Paramecium caudatum	---	---	---	5—10
„ bursaria	I. 6,	II. 6·8	(I. 7·3, II. 7·2)	

Spirotricha:

Spirostomum intermedium	---	---	---	240—300
Spirostomum ambiguum	---	---	---	180—1200
Climacostomum virens nagy hólyag	---	---	---	180
Blepharisma lateritium	---	40—45—55	(70)	
„ ovatum	---	---	---	48 (15)
Condyllostoma bursaridium	---	---	---	300

	Másodperc.
Stentor rosaceus --- --- --- ---	60—65
„ Mülleri --- --- --- ---	145
„ coeruleus --- --- --- ---	130
„ igneus --- --- --- ---	60—90
„ roseus --- --- --- ---	30
Halteria grandinella --- --- --- ---	6—7
„ decemsulcata --- --- --- ---	7—8
„ maxima --- --- --- ---	7—8
Oxytricha hymenostomata --- --- --- ---	14—15
Pleurotricha --- --- --- ---	32
Stylonychia mytilus --- --- --- ---	8—10, 12—13
„ pustulata --- --- --- ---	8—9
Euplotes muscicola --- --- --- ---	30
„ alatus --- --- --- ---	30
„ eury stomus --- --- --- ---	35
„ charon --- --- --- ---	28—30
„ patella --- --- --- ---	28—32
„ elegans --- --- --- ---	30

Peritricha :

Gerda --- --- --- ---	2—3
Vorticella convallaria --- --- --- ---	5—7
Cothurniopsis annullata --- --- --- ---	115—130

Suctoria :

Sphaerophrya hydrostatica

3 hólyaggal --- I. 17, II. 16—30, III. 20—35

Prodiscophrya Collini	{ kis hólyag	310—1500
	{ nagy hólyag	279—302
„ „ rajzó	{ kis hólyag	15—92
	{ nagy hólyag	13·5—96

Pseudogemmoides globosa --- --- 10—19

Peridiscophrya (Periacineta) linguifera

fiatal --- --- --- --- 11·5

kifejlettebb --- --- --- --- 15—17

(Két utóbbi Kormos szóbeli közleménye alapján.)



X. A LÜKTETÉS FAJI VÁLTOZATOSSÁGA.

Ha fenti táblázatunkat áttekintjük, akkor a lüktetőhólyag kiürülési-, vagy ütemgyakoriságában igen nagy tágasságot látunk. Általán a felső határt a 2 mp-es, az alsó határt a többórás ütemben állapíthatjuk meg. Természetesen ezek a nagy időközökben lüktető hólyagok ritkaságszámba mennek és rendszerint különleges helyzetekben, állapotokban (parasitaság vagy cysta-állapot) jelentkeznek. Ezért a rendes és a gyakoribb eseteket véve tekintetbe, az édesvizek vég-lényfaunájáról megállapíthatjuk, hogy a lüktetés üteme a 2—600 mp. között mozog, az átlag pedig itt is a 60 mp-es gyakoriság fölött van.

Ez a még mindig igen nagy tágasság igen alkalmas lehetne arra, hogy a lüktetések számát a faji bélyegek megadásában a rendszertan is figyelemre méltassa. Bizonyos tekintetben helyesen is cselekszik a bűvár, ha legalább három adatot: az ütemet, a lüktetőhólyag méretét s a vizsgálatkor uralkodott hőmérsékletet egyben följegyzí. Ezen adatok értékelését azonban igen erős bírálattal kell végeznünk. Tudnunk kell azt, hogy az összehasonlítási alap rendszerint nem biztos, amiatt, mert a hólyagok nem egyenlő méretűek. Ezért lassú lüktetés közben nagy hólyag éppen akkora munkát fejthet ki, mint kis hólyag gyorsütemű lüktetés esetén. Igazán elfogadható és megbízható összehasonlítási alapot csak akkor tudnánk itt teremteni, ha a szerv munkáját gramm-munkaegységekben fejezhetnők ki, vagyis ha azt adhatnók meg mindig, hogy egy mikrogramm (a miligramm ezermilliomod része, egy köbmikron víz súlya) testsúlyra vagy akár-csak egy köbmikron térfogategységre a mp-ben kifejezett időegységben mekkora térfogat kiürített gyüledék esik, figyelembe véve még azt is, hogy ezekben az adatokban valahogy a testfelületnek a térfogathoz való viszonyát is kifejezésre kellene juttatnunk, mert

miként alább látni fogjuk, a lüktetőhólyag munkája a testfelülettel is lényeges viszonyban van. Ma azonban igen messzi vagyunk még attól, hogy idevágólag szabatos adatokat állíthassunk össze. A szerv kicsinyisége miatt már a különben gömbölyded lüktetőhólyag sugarának megállapításakor is súlyosan tévedhetünk, az állat pontos térfogatának kiszámítása pedig ma még a lehetetlenségek közé tartozik.

Egyelőre tehát mást nem tehetünk, mint hogy a fent jelzett három adatot feljegyezzük. Ugyanakkor azonban méltassa figyelemre a vizsgáló az illető faj egyedeinek esetleges változékonyságát, sőt néha ugyanazon egyénnek a különböző életszakaszokban beálló, vagy a különböző környezetektől befolyásolt eltéréseit is.

Nagy általánosságban a lüktetésről faji vonatkozásaiban a következő szabályszerűségek állapíthatók meg:

1. A *Rhizopodák* hólyagjai lassabban lüktetnek, mint a *Ciliatákéi*.
2. A *Suctoría* csoportban szintén lassúbb a lüktetés.
3. Az élösködők s különlegesen az *Entodiniomorpha*k hólyagjai fölötte lassan dolgoznak.
4. Ragadozók hólyagjai lassabban dolgoznak, mint az Örvénylők-é.
5. Planktonikus lények gyorsabban lüktetnek, mint az aljzatjárók.

Az első pontból téves volna azonban azt következtetni, hogy lassú lüktetés általán alsóbbrendűséget jelent. Ellenkezőleg, tekintettel a lüktetőhólyagnak ú.n. mentőkészülék szerepére (lásd a XI. fejezetet), az állatra az az előnyös és felsőbbrendűségének az a kifejezője, ha a lüktetőhólyagnak kevés szerepe jut a vízzel való elárasztástól való mentésben, s így lassan és keveset dolgozik. Bizonyos tekintetben ezt látjuk a *Ciliaták* legmagasabb csoportjában a *Hypotrichus*okban s ezek

között is az *Euplotesek*ben megoldva, melyek az átlagos 30 mp-es lüktetésükkal a lassabban dolgozó lények közzé tartoznak.

Meg kell különböztetnünk a lüktetés gyakorisága szempontjából állandó jellegű (stenopulsativus) és tág határok közt mozgó (u. n. eury pulsativus) lényeket. Az *Euplotesek* az állandósult ütem legkiválóbb képviselői, mert ezeknek csaknem minden faja 30 mp-enként ürit. Viszont igen változóan üritenek a *Prodiscophryák*, így a *Prodiscophrya Collini* Rost. Általános szabályként itt talán azt mondhatjuk ki, hogy a gyorslüktető lények inkább steno-, a lassú lüktetésűek inkább eury pulsativusok. Sok megszorítással az örvénylő és a ragadozók csoportjára is vonatkozik ez, amennyiben az örvénylők is szabályozottabban üritenek mint a ragadozók; egyúttal utóbbiak rendszerint lassan lüktetők is.

Feltűnik felsorolásunkban a *Halteriák* egyforma és igen szabályozott gyors lüktetése. Tanítványomnak, Szabó Mihálynak, vizsgálatai szerint a két kisebb testű faj 6—7 mp-enként, a két nagyobb testű faj 7—8 mp-enként ürit, holott a két utóbbi faj átmérője kétszer akkora lévén, a térfogategységre kétszer kisebb testfelület esik. A lüktetés egyformaságát itt a nagyon egyforma életkörülményekkel magyarázhatjuk. Valamennyi *Halteria* jellegzetes planktontikus lény, testük fajsúlya tehát a környezetétől alig különbözik, ami egyet jelent azzal, hogy az állatok igen vizenyősek, vagyis a víz folyton elárasztja testüket s ennek mértéktelen foka ellen a gyors lüktetéssel védekeznek. Egyforma az életük a tekintetben is, hogy örvénylő életmódot űznek, tehát tápoduik útján is rendszeresen vizet vesznek fel.

A faji változékonyság forrása sokoldalú. Többek között összefügg a fajonként változó testmérettel, a testet borító pellikula tömörségének fajról-fajra változó voltával, a protoplasma sókoncentrációjával, az

életmóddal és az esetleg eltérő környezetekkel. Ezekről részletesen később. De éppen ezért, mert a kiválasztóplasma működése, illetve a lüktetés ennyi mindentől függ, sok oldalról be is folyásolható, s nekünk foglalkoznunk kell mindezekkel a ható tényezőkkel. Éspedig külön kell tárgyalnunk a kívülről s külön a belülről ható tényezőket, amelyek közül a külsőknek mind jelentőségük, mind pedig a fajtörténet szempontjából elsőbbséget kell adnunk.

XI. A LÜKTETŐHÓLYAG KÖRNYEZETTANI VONATKOZÁSAI.

Ha eltekintünk a lüktetőhólyag hivatását illetőleg **Ehrenberg** felfogásától, aki azt spermatikus mirigynek, és **Khainskynak** (1910) attól az ötletétől, hogy egyen-súlyozó szervnek minősítsük, továbbá **Lieberkühn** (1856), **Claparède** (1854), **Lachmann** (1859), **Siebeld** (1854), **Pritchard** (1861) véleményétől, akik a lüktetőhólyagot mint csökevényes szívet a belső keringés szolgálatában állónak tekintették, akkor már a legrégebb felfogások is a környezettel hozták szoros kapcsolatba ezt a szervet. Így már **Spallanzani** (1776), a szerv felfedezője, továbbá **Dujardin** (1838) légzőszervnek minősítette, viszont **Stein** volt az első, aki már 1859-ben kiválasztó szerepet tulajdonított neki. A lüktetőhólyagnak ezt a hivatását **Griffith** bizonyította be 1889-ben, mikor az acidum uricumot kimutatta benne. Mégis a lüktetőhólyag legfontosabb szerepét a szervezet víztelenítésében kell látnunk, amelyre **Hartog** mutatott rá 1888-ban s amelyet kiterjedt kísérletek alapján volta-képpen **Degen** igazolt 1905-ben.

En, **Nassonovval** (1924) lehetségesnek tartom, hogy ez a szerv mind a lélegzésnek, mind a kiválasztásnak, mind pedig a víztelenítésnek szolgálatában áll. Természetesen a légzést csak negative segíti elő azzal,

hogy a szervezet felesleges, illetőleg káros víztartalmát eltávolítja s ezzel új, friss víznek a behatolását lehetővé teszi.

A kiválasztás kérdéséről vajmi keveset mondhatunk. Én 1925-ben és 1928-ban lipoid szemcsézetet mutattam ki a kiválasztószerv ürterét közvetlenül bélelő hártýában, továbbá a magasabbrendűekben e hártýát övező ú. n. kiválasztó vagy veseplasmában sugaras, illetőleg spongyás szerkezetet találtam és mivel mind a lipoid szemcsék, mind pedig a sugaras szerkezet a *Cellulaták* kiválasztószervéből ismert részek, illetőleg állapotok, nyilvánvaló, hogy a veseplasmában a kiválasztás lehetősége szervezetenként adva van.

A lüktetőhólyagnak víztelenítő szerepe abból a közismert felfogásból indul ki, hogy a véglények, különösen pedig az édesvíziek, hígabb sóoldatokban élnek, mint aminő testüket átitatja. A test hypertoniája pedig kapcsolatban az állatot borító, féligáteresztő: semipermeabilis pellikulával, arra vezet, hogy a környező sótlan víz állandóan a testbe hatol, azt feleslegesen elárasztja és felrepszés révén megsemmisítéssel fenyegeti. A víz diffúziója következtében az állat testében fokozott osmotikus nyomás keletkezik, amellyel szemben a lüktetőhólyag akkor, amikor a szervezet vízfeleslegét szüntelen kiüríti, *osmoregulator*ként működik. Maga a lüktetőhólyag is ezt a szerepét azon az alapon tölti be, mert maga is félig áteresztő hártýával van körülvéve, sőt — miként azt *Nassonov*val (1924) együtt (1925) kimutattam — a magasabbrendűek veseplasmájában belül külön állandó falhártýa különödik ki.

Azt sem mutatta még ki senki, hogy a Véglény testében nagyobb az ionkoncentráció, mint az állatot környező vízben, mégis a következő tapasztalati igazságok szólnak a lüktetőszerv *osmoregulator* szerepe mellett.

Általánosan emellett a felfogás mellett szól az, hogy a nagyobb ionkoncentrációjú tengervíz Véglényei

nem igen vannak lüktetőhólyaggal felszerelve, ellenben az édesvizek csaknem kivétel nélkül (édesvizekből csakis a *Lorodest* ismerjük, mint hólyagnélküli szervezetet). Így a tengeri *Flagellátákban* és a *Rhizopodákban* ritkán van lüktető hólyag, a parazitikus alakjaikban pedig sohasem található. A *Sporozoonokban* épúgy hiányzik. A *Ciliátákat* illetőleg gyakoribb jelenség, hogy a parazitikus vagy tengeri lények is fel vannak lüktetőhólyaggal szerelve, csupán a *Tintinnoidákra* áll a szabály tisztán, hogy tengeriekben nincs lüktetőhólyag.

Közelebbről pedig a következő jelenségek szólnak az osmoregulator szerep mellett.

1. Sótöménység. A környezet sókoncentrációjának változása egyazon lényben is a lüktetések számának megváltozását idézi elő, anélkül, hogy a hólyag diastolés maximuma változnék. Bárki meggyőződhetik erről a jelenségről a tenyésztési lassú besűrítésével. Egyszerű fedőlemezes vizsgálat közben is tapasztalhatjuk, hogy egyazon állat hólyaga kezdetben gyorsabban lüktet s mialatt a lemez szélén bepárolgás következtében sűrűsödik a víz, a lüktetések frekvenciája folyton csökken. **Zuelzernek** sikerült az *Amoeba verrucosát* lassankint a tenger vizéhez szoktatni s közben megállapította, hogy a lüktetőhólyag teljesen eltűnt. **Degen, Stempell** és **Herfs** is hasonló eredményekre jutottak, miközben megállapították, hogy a sókoncentráció növekedésével fogy a lüktetések gyakorisága.

2. Az oxigénmennyiség és a lüktetés. Vizsgálataim során különösen *Stylonychiákon* és *Prodis-cophryákon* tapasztaltam, hogy a környezet oxigénmennyisége a lüktetések számát igen élesen befolyásolja. Ha ezek az állatok fedőlemez alá kerülnek, aszerint, hogy mennyi az oxigénfogyasztó versenytársaknak a tömege és továbbá, hogy mily távol esnek

a fedőlemez szélétől, mint az oxigénpótlás helyétől, hosszabb-rövidebb idő leforgása alatt, gyakran már 2—3 percen belül igen nagy mértékben csökkentik a lüktetések számát. Azt nehéz megállapítani, hogy itt vajjon az oxigén közvetlenül hat-e, tehát egyenest magának a kiválasztószervnek a munkáját befolyásolja-e, vagy pedig közvetve azáltal, hogy megmásítja a protoplasma sókoncentrációját, vagy éppen a felületi hártya áteresztő képességét.

Amilyen hirtelen esik a lüktetések száma az oxigén töménységének csökkenésével, épp oly gyorsan, néha másodpercek alatt bekövetkező az ütemszaporodás az oxigén töménységének gyarapodásával. A *Vorticellák* menekvése az oxigéntelen környezetből valószínűleg mechanikusan oldódik meg a csökkent lüktetésekkel kapcsolatban beálló duzmadtságból kifolyólag. A megfigyelő ugyanis a nagyító alatt világosan megállapíthatja a bajbakerült állat testének feszülését, kúpos hátulsó részének megduzzadását és tojásdad tompulat kialakulásával a nyélről való leszakadását még mielőtt a hátsó rajzóöv kiképződött volna. A rajzókat mind a *Vorticellák*, mind pedig a *Prodiscophryák* esetében erős oxigénotaxis jellemzi s így ennek révén az állat az oxigéntelen környezetből ki menekül s az oxigénben gazdag szélső, illetőleg a természetben felső rétegben helyezkedik el.

3. Különleges sóhatások. Stempell 1914-ben és 1924-ben az alkali és földalkali ionoknak úgynevezett Hoffmeister-féle sorozatáról állapította meg, hogy az ionok csapadékképző sorozatával (Cs, Rb, K, Na, Li és Al, Ba, Mg, Ca, Sr) kapcsolatosan nő az illető ionoknak lüktetést hátráltató hatása.

Földalkali, illetőleg nehéz fémsóknak lüktetégátló hatásával az elmúlt évben egy nagyobb mikrotechnikai tanulmányommal kapcsolatban ismerkedtem meg, amikor is az ezüsthátás szempontjából sensibili-

satorok után kutattam. Ekkor derült ki, hogy különösen a nikkel-sók képesek a lüktetést feltűnő módon késleltetni, illetőleg bizonyos töménységben megállítani. A sóhatást itt egyrészt a diffúziót szabályozó pellikula eltömődésében, illetőleg pórusszűkítésében, másrészt pedig a lüktetőhólyag falának megkeményítésében, viscositásának fokozásában véltem föltalálni, aminek az a következménye, hogy a megtelt hólyag nem bírja az excretiós pórust elzáró hárttyát átszakítani.

Fortner morphiummal, **Wense** adrenalinnal ért el lüktetés-csökkenést. **Torrey, Riddle** és **Brodie** thyrodinnal és thyroxinnal értek el ütemgyorsulást. Igen érdekes az alkoholnak a lüktetések ütemére gyakorolt hatása. Igen sok véglény a 10%-os alkoholban még percek hosszáig képes élni, a *Paramecium* azonban igen gyorsan megbénul úgy, hogy 4 perc múlva már alig lehet véletlenül egy-két mozgó lényt találni, az 5%-os alkoholt azonban hosszabb időn át elszenvedti. Az alkoholos víz rendkívül értékes kísérleti szer a lüktetőhólyag hivatásának vizsgálatában. Az alkoholos víz ugyanis igen gyorsan diffundál a pellikulán át s ezért az állat gyors duzzadására s horpadt teknőjének eltűnésére vezet. És pedig annál is inkább, mivel az alkohol a lüktetőhólyag munkáját feltűnően lassítja. A *Paramecium* esetében 10%-os alkoholban már 4 percen belül nagy mértékben felpuffad az állatok túlnyomó része; a pellikula, a subpellikuláris rácsrendszerrel leválik a testről s a plasma valóságos plasmolysis útján összezsugorodik, vele szemben azonban a lüktetőhólyagok mértéktelenül felpuffadnak s végül a kiürítést teljes mértékben megszüntetik.

4. A környezet vegyi kémhatása. A tenyésztés lugosságának különböző foka, illetőleg hydrogenion koncentrációjának változása szintén másítólag hat a lüktetés gyakoriságára. Mivel én ezzel a kérdéssel részletesen nem foglalkoztam, ezért itt nem is térek ki rá.

5. A hőhatás. Rossbach (1872), Degen (1905), Kanitz (1907), Khainsky (1910) és Port (1927) mutatnak rá a lüktetőhólyag működésének a hőmérséklettel kapcsolatos változásaira. Mindnyájan megállapították azt, hogy a hőmérséklet emelkedésével, bizonyos optimális határokon belül, szaporodik a lüktetések száma. Kanitz felfogása szerint a hőmérséklettel a protoplasmában lejátszódó reakcióknak sebessége nő, ezzel a bomlási sók fokozatosan gyarapszanak (anatonozis) s így a protoplasmában nő a sötöménység, vele együtt pedig a víz diffúziója is nagyobbá válik.

Vizsgálataim során az *Arcella discoïdes* lüktetőhólyagjainak a hőmérséklettől befolyásolt működését kutattam. Egy olyan példányon, amelynek hólyagjai 22 C°-on 20—25 mp-es szélsőséges frequentia mellett 21,4 mp-es átlaggal ürítettek, a lüktetés 9 C°-on 47 mp-es, 6 C°-on 5 perces és 3 C°-on 9 perces gyakoriságra süllyedt.

XII. A LÜKTETÉS EGYÉNI VÁLTOZÉKONYSÁGA.

Az egyes fajokon belül az egyének kisebb-nagyobb változékonysággal lüktetnek; vannak fajok, melyekben csak alig 1—2 mp-es az eltérés, másokban pedig egyenest percekre rughat a különbözet (lásd fentebb a steno- és eury pulsatiós lényeket). Ezt a változatosságot nem egészen könnyű elemezni, mert amint mindjárt látni fogjuk, egyazon egyénben is változik a lüktetés az életszakaszok, valamint a tenyészföltételek szerint. Ezért itt ebben a fejezetben csakis azonos életani állapotban lévő egyedeket méltatunk figyelemre. Így pl. az egyenlő életkorú, vagyis az oszlástól egyenlő időtávolságba eső, vagy az egyformán jóllakott, illetve koplaló (azonos tenyészetekben élő), továbbá az ivarzásnak azonos fokán élő példák képezhetik a vizsgá-

lat tárgyát. Nem hasonlíthatjuk össze azonban a különböző tenyészetek (különbözően táplált) állatait. E téren különben a rendszeres vizsgálatok legkezdetén állunk.

Egyik *Paramecium*-tenyészetben 22° C-on 10 példány első hólyagja 13 és 5 mp-es szélsőség, a hátsó pedig 12·5 és 5 mp-es szélsőség között ingadozva lüktetett, az átlag ugyane 10 példány első hólyagjában 9·54 mp-es, a hátsóban pedig 8·48 mp-es lüktetés volt.

Az osztlás tekintetében a *Glaucoma scintillans* néhány szétvált egyedeiről állapíthattam meg, hogy a hátsó félből lett új állat gyorsabban lüktetett, mint az első.

Egyazon tenyészet azonos korú kisebb egyedeiről szintén megállapítható, hogy azok hólyagja gyorsabban lüktet, mint a nagy állatoké.

Ide tartozik az ivar kérdése is. Nagyon sok fajban lehet megállapítani, hogy a párok különböző méretűek; ez esetben a kisebbet hímnek minősítjük. Idevonatkozólag feljegyeztem, hogy a *Colpidium campylum* esetén, mikor ugyanazon tenyészet hat nem párosodó alakja 16·3 mp. átlaggal ürített, (15·2—22 mp. határérték mellett), nyolc párosodó párban a felek sohse lüktettek egyszerre s a hímek 16·06 átlagával a nőtények 15·52 lüktetés átlaga állott szembe. Egy másik megfigyelési sorozatban a nőtények 16·3 és a hímek 15·6-es ütemmel dolgoztak a tenyészet 18 mp-es átlagával szemben. *Spathidium spathula* esetén a nemoszló állatok 58-as lüktetési átlagával szemben a párok hímjei 41, a nőtények 69 mp-es lüktetést mutattak. Itt a nőtény testméretre legalább kétszer akkora, mint a hímé. *Paramecium caudatum* lüktetéséről egyik tenyészetben 8·4 mp-es átlagot állapítottam meg s ugyanakkor a párok közül a conjugatio elején a hímek 5·3, a nőtények 7·9 mp-es átlaggal lüktettek. Egy *Loxocephalus plagiatus* pár hímje 8·2, nőténye 8·8 mp. lüktetési különbséget mutatott

a párosodás esetén, mely különbség 50. perc múlva: 12·25—25·4-re emelkedett. Megjegyzem végül, hogy egy Kádártáról való és közelebbről meg nem határozható, kis *Lionotus*-faj hátsó rövidebb (♀?) egyede 18 és mellső, vékonyabb (♂?) példánya 16·5-es lüktetést árult el.

Mindezekből tehát általán megjegyezhetjük, hogy a kisebb és elevenebb hím, mely párosodás esetén is a mozgékonyabb fél szokott lenni, gyorsabban ürít, mint a nőtény. — Kiemelem azonban, hogy ezeket a nagyon nehéz és rendszerint az észleléshez két megfigyelőt igénylő fáradságos vizsgálatokat bármily, érdekesek is, bizonyos óvatossággal kell tekintenünk. Itt egy-egy faj párjaira vonatkozólag is sokkal több és sokszor megismételt észlelésre van szükség; a vizsgálatokat pedig azért ajánlom a fiatal prostotogusok figyelmébe, mert itt az általános biológia számára még értékes adatok rejlenek.

Rendkívül nagy egyéni változatosságot állapítottunk meg a *Prodiscophrya Collini* suctorius példányain. Az egyik tenyészet példányain a nagy hólyag: 240 és 300 mp., a másikban 29 és 86 mp. között változott a lüktetés.

Az ilyen tapasztalatokból nyilvánvaló, hogy nagy óvatossággal kell fogadnunk minden olyan adatot, mely egyetlen állatnak rövid megfigyeléséből akar a fajra nézve átlagos, tehát nagyjában jellemző adatot nyújtani. A következő fejezet tanúságai még inkább intenek erre az óvatosságra.

XIII. A LÜKTETÉS VÁLTOZÉKONYSÁGA AZ EGYED ÉLETÉN BELÜL.

Ebbe a fejezetbe tartoznak egy-egy adott egyén lüktetésütemében a) a táplálkozással, b) a rajzóképesséssel, c) az oszlással, a d) a párosodással és e) a mozgással kapcsolatban bekövetkezett változások.

a) Tudomásom szerint a lüktetés megváltozására és változékonyságára az egyéni életen belül eleddig a legszebb példára **Pestel** (1931) mutatott rá a *Dendrocometes* esetében, ahol a táplálkozással kapcsolatban figyelte meg, hogy egy állaton, amely áldozata kiszívása előtt 74·4 mp-es gyakorisággal lüktetett, a szívás alatt 28·6-es és közvetlenül utánna 46·5-es gyakoriság fejlődött ki, egy másik példányon pedig a 79·6 mp-es lüktetésre 29·7-es majd 40·8-es ütem képződött ki.

Ezekhez a tapasztalatokhoz csatlakozva, tanítványom **Kormos József** adatai szerint, a *Prodiscophrya Collinin* szobahőmérsékleten szívás előtt 44 mp. átlagból a szívás kezdetén 30 mp-es, később 42-es átlag alakult ki, hogy a táplálkozás után 66 mp-es átlagra süllyedjen.

b) Még érdekesebb **Pestel**-nek a rajzó képződéssel kapcsolatban szerzett tapasztalata, mely szerint a lüktetés egy olyan állatban, amely a rajzó képzés előtt 70—80 sec. távolsággal ürített, a rajzó képzés közben 10·18 mp-es gyakoriságra emelkedett. **Pestel** ezt az ütememelkedést igen helyesen a fokozódott anyagcserével és erőtermeléssel hozza szoros kapcsolatba. (457. old.)

Kormos (szóbeli közlemény) a *Prodiscophrya*-nak egyik tenyészetében azt találta, hogy mikor a suctellumos alak nagy hólyagja 36 mp-es átlaggal lüktetett, egy rajzó első, vagyis nagy hólyagja 16 — egy másiké 13·5 átlaggal ürített. **Kormos** ennek az állatnak rajzó képződése alatt a következő igen érdekes számokat jegyezte föl. A még az anyatestben lévő rajzó egyik odva egymásután 24, 25, 27 mp-es lüktetést mutatott, hogy közvetlenül a kitüremkedést egy 89 mp-es lüktetés előzze meg, viszont a kitüremkedett állat az elválásig gyors ütemben növelte lüktetését a következő számok tanúsága szerint: 22, 14, 13, 12, 12. Egy másik állat bimbója pedig a kitürem-

kedés előtt 23, 25, 26, 29, 44 és 41-es, utána az elválásig 17, 15, 13, 13, 13 mp-es gyakoriságot árukt el. Ezeket az adatokat végül azzal a tapasztalatommal egészíthetjük ki, hogy a rajzó nem hirtelen szünteti meg ezzel az eleven állapotával kapcsolatos magas ütemet a letelepedéskor, hanem mozgásának fokozatos lassításával válik lassúbbá a lüktetési ütem is, mert két oly rajzón, melyek tartalékállományukat vesztve már helyben kezdtek furkálni, a nagyobb hólyagnak 75, illetőleg 96 mp-es ütemét lehetett megállapítani.

Mesterséges rajzóképzést igen könnyű előidézni *Vorticellákon*, ha azok fedőlemez alatt eloxygenteledő vízbe kerülnek. Itt az oxygenhiány beálltát abból lehet megállapítani, hogy oxyphilus élőlények, minők különösen a *Cyclidiumok*, otthagyják kísérleti állataink környezetét és a fedőlemez szélső övében telepednek meg. A mesterséges rajzó pedig alakját kevésbé változtatja el, peristomájával előre úszik, mert hátsó csillóövet rendszerint nem képez.

A vizsgált faj, *Vorticella campanula* a lefödés után az első percben 4—5 mp-enként lüktet, ezzel szemben azonban a fedőlemez középtáján lévő alakok 8—10 percen belül 55—110 mp-es ütemre süllyednek és pedig igen különböző mértékben aszerint, hogy a fedőlemez mely táján voltak és hogy mekkora bakterium-flagellata tömeg pusztította környezetükben az oxygeniumot. Az egyes állatok a lefödéstől számított 2 perctől kezdve egészen 10 percig igen különböző időben válnak le helyükről. Az ilyen leváló, úgyszólván fulladozó egyedek rendszerint már leváltak előtt, illetőleg a leválás folyamata közben meggyorsítják lüktetésüket s ha a fedőlemez szegélymenti oxygenes övéhez kerülnek, hirtelen újra magasra szökik a lüktetés. Egyik ilyen kísérleti állat a lefödés után 30 mp. múlva rendes 4.5 mp-es ütemmel lüktetett. 4 perc múlva 31—32 mp. ütemmel dolgozott és 7 p 35 mp. múlva utoljára 55 mp-es lüktetéssel levált a nyélről.

30 mp múlva azonban az oxygenes zonába érve, ott még 41 mp-cel lüktetett, de erre azonnal 5 mp-es ütemmel dolgozott tovább, miközben a kísérlet elejétől számított 15. percben újra nyelet képezett. — Egy másik állat a 8. percben 60 mp-es ütemmel kezdett nyele körül forogni és a nyelet 40 mp-es lüktetéssel hagyta el. 2 percig 30 mp-es ütemmel úszott, végül a fedőlemez szélén megtelepedve 20 mp-es gyakoriságból 2 percen belül már az 5 mp-re tért vissza. Ettől kezdve valószínűleg a fedőlemez szélén bekövetkező sötömnülés következtében megint csökken az ütem: a szélreköltözés 4. percében 7-re, az 5. percben 23-ra, a 7-ben 34-re, közben megjelenik a nyél és innen kezdve további 5 percen át 13 mp-es közepes átlaggal igen rendetlenül lüktetett, hogy ennek leteltével nyeléről megint leváljon és látszólag betokozódáshoz fogjon.

Ezekhez az ütemváltozásokhoz meg kell jegyeznünk, hogy a lüktetés lassúbbodásával rendszerint együtt jár a hólyag méretének növekvése, az eredeti átmérőnek 2—3-szorosára, ami a térfogatnak 8-szoros, illetőleg 27-szeres növekedésének felel meg.

Megjegyzem végül, hogy az előbbi kísérleti megfigyeléseimmel egy helyen *Prodiscophryák* is voltak; ezek közül egynek egymásután következő három ürítése a következő feltűnő számnövekedést mutatta: 115, 145, és 395 mp.

Mindezekből az adatokból igen világos, hogy fedőlemez alatt lüktetést legfeljebb csak az első két percben mérjük, illetőleg a mérésekre csakis a fedőlemez szélén lévő és oxigénnel jól ellátott állatokat használjuk fel.

c) Az oszlás alatt végbemenő lüktetésváltozásokat aránylag könnyű megfigyelni, mert az állat ezalatt nem táplálkozik, átlátszóbbá válik és egy bizonyos tekintetben kevésbé is mozog.

A *Pleuronema coronata* egyetlen lüktetőhó-

lyagja 5—6 mp-es átlaggal lüktet. Egyik oszló példányon a mellső hólyag 16·4, a hátsó 11·1 mp-es átlaggal lüktetett.

A *Colpidium campylum* egyik kísérleti törzse 8 mp-es átlaggal üritett, s ugyanakkor egyik az oszlás kezdetén levő állat mellső (új) hólyagja 11, a hátsó 8 mp-es gyorsasággal, 9 perccel később az első 9, a hátsó 7 mp-el dolgozott. Egy másik tenyészetből, amikor a nemoszló állatok 16·3 mp-es közepes lüktetéssel dolgoztak, három oszló állat közepes lüktetése a mellső hólyagra 11·5, a hátsóra 12·7 mp-es volt. Az egyik üritése a kettéoszlás előtt mellső hólyagjában 10·68, a hátsóban 11·05 mp. gyakori volt.

Spathidium spathulán azt tapasztaltam, hogy midőn a nemoszló alakok 58 mp-es átlagot jeleztek, az egyik oszló állat első hólyagján 34, a hátsón 18 mp-es lüktetést, a másik csaknem szétváló alakon pedig elől 25 és hátul 28 mp-es gyakoriságot észleltem.

Legkedvezőbb vizsgálati anyagnak a *Glaucoma scintillans* bizonyult, mert ennek aljzatkedvelő példányai az embryum-csésze alján adott szintben mozognak, tehát lefödés nélkül kellően oxigénes környezetben vizsgálhatók s így kifogástalan adatot szolgáltatnak. Ezeken az állatokon kivétel nélkül azt tapasztaltam, hogy akkor, amikor a nemoszló állatok 10 mp-es gyakorisággal üritenek, a keletkezésben levő és kezdetben mindig kicsiny mellső hólyag 19—20 mp-es lassúsággal üritett. 5 perc múlva már a közben megnőtt hólyag 14-es, 12 perc múlva 9-es és a 20. percben 7 mp-es ütemmel dolgozik. Ugyanakkor az oszlás első 16 percében a hátsó hólyag 8 perces ütemmel dolgozik, hogy a 20. percben ez is 6·5 mp-es ütemre erősödjék. A megfigyelés 25. percében szétvált állatok a 26. percben 6-os (hátsó) illetőleg 7-es (mellső) ütemmel dolgoztak.

Az oszlás alatt megfigyelt jelenségekből megállapíthatjuk tehát azt, hogy, jóllehet a lüktetőhólyagok

száma megkétszereződik, az ürítés üteme is meggyorsul, s ebből azt a fontos következtetést vonhatjuk le, hogy az oszló állat a vízzel való elárasztásnak sokkal jobban ki van téve, mint a nem oszló. Ez különben egészen természetes is, hiszen az oszlás alatt a befűződés táján a pellikula megpuhul, hogy az állat legömbölyödhessék és természetes, hogy ezen a meglazult pellikulán több víz hatol be, mint korábban a tömör, feszes hártján. De ilyenkor általában is az állat gel-állapota inkább solba megy át és ezalatt anatonikus folyamatokkal is fokozza az osmotikus különbségeket, aminek következtében nő az osmotikus nyomás és emelkedik a két hólyag működési gyorsasága.

d) A párosodás alatt *Spathidium*okban, *Loroccephalus*okban, *Colpidium*okban és *Paramecium*okban figyeltem meg a lüktetőhólyag munkáját.

A *Spathidium sathulák* esetén a nemoszló állat 58 mp-es ütemével szemben az egyik párban a hím 33, a nőstény 72-es, a másikban a hím 51-es, a nőstény 66-os lüktetéssel dolgozott. A hím tehát a közepes átlagtól a gyorsulás irányába jobban eltér. Ezzel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy a *Spathidium*-párban a hím határozottan cselekvő alak. Minden mozgást ez kezdeményez és a fúró mozgáskor is a hím írja le a külső nagyobb pályát, a nőstény a befutott tengelypályának csaknem a tengelyében halad, tehát kevesebbet mozog.

A *Colpidium campylum*ról fentebb már feljegyeztük, hogy azok lüktetése a nempárosodó állatok 8 mp-es átlagával szemben a nőstények 16·3, a hímek 15·6-es átlagot mutatnak; ugyanott láttuk, hogy egy második tenyészet esetén kisebb volt az eltérés, de ott is volt. Ehhez a tapasztalathoz tartozik az a megfigyelésünk, hogy a párzó állatok sokkal kisebbek, mint a nempárzók; ezért tehát azoknak gyorsabban kellene lüktetniök. A mégis lassúbb lüktetésüket megmagyarázza az, hogy nem táplálkoznak és sokkal lassabban

mozognak, mint a párzók; anyagforgalmuk tehát jóval csökkentebb. Lassú mozgásuk révén kevésbbé szellőznek, ezt úgy látszik, azzal pótolják, hogy a víznek oxigénben dúsabb helyét keresik fel. Erősebben fénytörő testük arra vall, protoplasmájuk jobban el van gelificálódva. Ez is kisebb vízforgalmat és a szellőzés kisebb mérvét jelenti és a lassú lüktetés így kényszeríti az állatot az oxigénben dúsabb vízhez.

A *Loxocephalusokról* fentebb szintén feljegyeztük, hogy a tenyészet szabad egyedének 8·4 mp-es átlagával szemben a párokban a hím 8·2, a nőstény 8·8 mp-es közepes lüktetéssel él. A hím tehát az itt is látható eleveenségének megfelelően gyorsabban lüktet. Szerfelett fontos az a folytatólagos tapasztalatom is, hogy a párosodás végére mind a két félben lankad a lüktetés, mert 50 perc múlva a hím 12·25, a nőstény pedig 25·4 mp-es lüktetésátlagra süllyed.

A *Paramecium* esetében azt tapasztaltam, hogy a párosodás elején itt is csökken a lüktetés gyakorisága. Egy esetben pl. a conjugacio elején a nőstény mellső hólyagjában 17·25 mp-es esést láttam, amely csakhamar 7·85-re javult, hogy 5 perc múlva 7·5-re és 27 perc múlva 5·5-re javuljon. A hím mellső hólyagja ezalatt 5·3—6 mp-es átlagjában alig változott, tehát itt is elevenen és a conjugacio folyamata alatt bizonyos erősbödő irányzattal dolgozott.

e) A mozgásnak a lüktetésre gyakorolt hatásáról aránylag kevés tapasztalatom van, de érdemes ezeket is feljegyezni. Megemlítem elsősorban is a *Blepharismákról* azt, hogy a sokszor fekvő helyzetben legelésző lény jóval lassabban lüktet, mint a planktontikusan szabadon úszó szervezet. Tanítványom, **Párducz Béla** (szóbeli közlemény) ugyanezt tapasztalta a *Cyclidium glaucomáról*. Ennek is fekvő helyzetben legelésző alakja 3—4 mp-enként lüktet, holott ide-oda száguldó állapotában lihegve lüktet 2—2·5 mp-es tempóval. A *Prodiscophrya Collini* rajzója amíg gyorsan száguld,

hólyagja 16 mp-enként lüktet és amint meglassúdik, hogy letelepedjék, 80 mp-es átlagra esik.

A mozgásnak a lüktetésre gyakorolt befolyását nagy általánosságban abban is megállapíthatjuk, hogy az elevenen mozgó, száguldó alakok mindig gyorsabban lüktetnek, mint a lomha, vagy éppen helytülő fajok. Ezt láthatjuk a rajzó és megtelepedett *Prodis-cophrya* esetén, vagy láthatjuk a *Ciliata* és a *Helio-zoon* viszonyában is.

XIV. A LÜKTETÉS VÁLTOZÉKONYSÁGA AZ ÁLLAT TÖBB HÓLYAGJA ESETÉN.

A legfeltűnőbb idevágó jelenséget a *Paramecium*-ok szolgáltatják. Itt a hátsó hólyag Fortner tapasztalata értelmében rendszerint gyorsabban lüktet, mint az első. A *Paramecium bursaria* esetén az első hólyag lüktetésének a hátsóéhoz való viszonyára mp-ekben a következő számokat találtam: 6·8:6, 7·3:7·2, 8·2:7·5, 16:12·2. Ennek az utóbbi esetnek az a következménye, hogy az elsőnek minden negyedik lüktetésével összeesik a másodiknak minden 5-ik ürítése.

A *Paramecium caudatum* egyik főntebb már megemlített és 20 C°-on tartott tenyészetében 10 állaton a mellső-hátsó hólyag viszonyában mp-ekben e számokat találtam: 13:10, 13·9:12·5, 11·13:8·5, 11:7·3, 5:5, 9·6:10, 7:8·5, 7:6·7, 7·5:8 és 10·3:8·3. A két hólyag lüktetése között a mellső javára a legnagyobb-lüktetéskülönbséget a + 2 mp és a legkisebb —0,5 mp; az átlag pedig 1,063 mp-re rugott, tehát itt is a hátsó hólyag dolgozik gyorsabban, mint a mellső. Ez a rendes körülmények között mutatkozó különbség a lüktetésnek meglassúbbodásával még nagyobbá válik. Egy esetben a párosodó állatok közt például a nőstényben 7·9:6·6 viszony lépett fel. Így sóhatásokra, melyek oldataikban mérgeznek, a hátsó hólyag feltűnően las-

sabban dolgozik s egyúttal korábban is szünteti meg a lüktetést, mint azt 1935-ben részletesen kifejtettem.

Az *Ophryoglena flava*-ban az első és hátsó hólyagra nézve a következő számadatokat találtam: 12·7 : 10·7 12·9 : 11.

Szerfölött érdekes a *Prodiscophrya Collini* esete. Ebben rendszerint két hólyagot találunk: egy nagyobb hátsó és egy kisebb mellső, csaknem homlokkfekvésűt. A rajzóban megfordul a helyzet: elől van a nagyobb hólyag. A nagyobb hólyag mindkét esetben gyorsabban dolgozik. A *suctellumos* lény három példányán a következő lüktetéseket jegyeztem fel a mellső és a hátsó hólyag viszonyára: 444 : 279, 1500 : 302, 310 : 282, öt rajzóban pedig a mellső (nagyobb) hólyag ürülése így viszonylott a hátsóhoz (kisebb): 16 : 19, 13·5 : 15, 29 : 29, 75 : 86, 96 : 92.

Nagyon sokat foglalkoztam az *Arcellák* nagyszámú hólyagjainak vizsgálatával is. Egy kisebb *Arcella*-faj két, illetőleg három hólyagjáról a következő mp értékű átlagszámokat jegyeztem fel: 30·3 : 31; 38·1 : 40 : 42·3; 34·5 : 35·8; 43 : 45·3 : 47·9; 39·3 : 43·5 : 43·5; 29 : 29·3 : 30; 24 : 24·5 : 25·4. — Az *Arcella discoides* 9, illetőleg 10 hólyagja egyedenként az egyes hólyagokra nézve 5—5 lüktetésnek a közepeseként a következő átlagokat mutatta: a) állat 10 hólyaggal: 45·5 : 47 : 48 : 47·5 : 41 : 44 : 43·5 : 44·5 : 43 : 42 (ez utóbbi három hólyag volt a legnagyobb és ez volt a leggyorsabb lüktetésű); b) állat kilenc hólyaggal: 47 : 47 : 48 : 49 : 47 : 45 : 44 : 44·5 : 43·8 (itt is a három utolsó hólyag volt a legnagyobb, ezek dolgoztak a leggyorsabban); c) állat kilenc hólyaggal: 47 : 47 : 47·6 : 48·6 : 46·6 : 45·3 : 44·2 : 44·2 : 44·5 : 43·5.

Ezzel az igen sajátos jelenséggel kapcsolatban a következő megállapításokat tehetjük.

1. Mindeneknekelőtte azt, hogy a lüktetés variabilitása odáig menő általános jelenség, hogy még egyazon egyén különböző hólyagjai is különböző ütemben lüktetnek.

2. A lüktetés üteme nem függ a hólyag méretétől. Bár várható volna, hogy a kis hólyag gyorsabban, a nagy lassabban lüktessen, ez még sem következik be, hanem inkább a nagy hólyag dolgozik gyorsabban. Erre való tekintettel ezt a tételt úgy fogalmazhatnók, hogy elevenebb veseplasma működés nagyobb hólyagoknak képzésére és gyorsabb lüktetéshez vezet.

3. Abból, hogy a lüktetés üteme határozottan helyhez kötötten változik, nyilván következik, hogy a lüktetőhólyagnak a közvetlen szomszédos testrészszel valami szorosabb kapcsolata van. Ha mi ezt a közvetlen kapcsolatot is jól ismernők, akkor talán igen fontos nyilatkozatot tehetnénk a hólyag és a protoplasma viszonyáról. Egyelőre azonban vizsgálataink és szemlélődéseink **Fortnerrel** együtt — sajnos — csak egy nemleges eredményhez juttattak, ahhoz nevezetesen, hogy a *Paramecium* mellső magmenti hólyagja s az *Arcella discoides* 9 vagy 10 lüktetőhólyagja közül az a kettő dolgozik leglassabban, amely az állat két magjának a szomszédságában van. Ebből az látszik, hogy

4. a mag kevesebb dolgot ad a lüktetőhólyagnak, mint a protoplasma.

A lüktetőhólyagnak ez a vonatkozása a szomszédos protoplasmakörnyezethez általán megérlel egy másik kérdést, nevezetesen

XV. A KIVÁLASZTÓSZERV ÉS A PROTOPLASMA VISZONYÁT.

Itt négy dolgot kell figyelemre méltatnunk: 1. a protoplasma halmazállapotát, illetve ragadóságának: viscositásának fokát, 2. mennyiségét, illetve az állat nagyságát, 3. a test alakját és 4. pellikulájának alkatát.

Ebben a kérdésben megfontolásaink szempontjából mérvadó az, hogy a kiválasztóplasmát, illetőleg a

lúktetőhólyagot a Rhizopodákban az áramló entoplasmában, igen gyakran egyenest áramló állapotban találjuk és hogy a lúktetőhólyag a Véglények világában egyáltalán mindenütt az entoplasmában van. Ha vastag az ectoplasma, mint pl. azt a *Paramecium* esetében észlelhetjük, akkor abban a lúktetőhólyag számára belső vályulatban képződik hely, mely vályulattól az ectoplasma egyenest hiányzik.

Mivel az ectoplasmákat a gel-állapot, az entoplasmákat pedig a sol-állapot jellemzi, — mert hisz áramlás csakis sol-állapottal kapcsolatosan lehetséges, — hosszú időn át ebben a kérdésben az volt a meggyőződésem, hogy az entoplasma áramlása s a lúktetőhólyag működése szoros kapcsolatban vannak s hogy esetleg az áramlást maradék nélkül meg lehet a kiválasztás és benne a víztelenítés jelenségével magyarázni. Úgy képzeltem el, hogy az áram két ellentétes sarok, nevezetesen egy vízzel-eláradó, vagyis felhíguló és egy vizét-vesztő, vagyis besűrűsödő pont között keletkezik, illetőleg tartódik fenn.

Ezt az elgondolásomat támogatni látszott különösen az a tapasztalat, hogy valamely állatban mentől erősebb az entoplasma-áram, abban annál gyorsabb a lúktetés. És viszont mentől lassúbb áramok észlelhetők, tehát mentől közelebb esik az elkocsonyosodáshoz a protoplasma, aránylag annál kisebb és annál lassabban működő hólyag jellemzi az illető állatot. Ennek az utóbbi állításnak támogatására különösen szép és egyenes iskolapéldák a nagy méretű és nagy testű *Lionotusok*, melyekben a hátulsó testvégen sokszor egyetlen s az is lassan működő lúktetőhólyag helyezkedik el. A *Lionotusok* kardszerűen ellapult mellső testrésze erősen fénytörő és teljesen el van kocsonyásodva. A kocsonyákról pedig tudjuk, hogy azok vízzel nem áraszthatók el mértéktelenül, hanem duzzadtságuknak van egy korlátolt felső foka, melyet, ha elérték, tovább vizet nem vesznek föl. Ebből kifolyó-

lag úgy látom, hogy a *Lionotus*nak mellső és egyúttal nagyobb testfelében nincs szüksége lüktetőhólyagra, illetőleg ennek részéről nem terheli a kiválasztószervet. Viszont hátulsó testfelében oly tömör az entoplasma, hogy annak áramlását alig lehet észlelni, s így az ott lévő lüktetőhólyag lassú működése ezzel van szoros kapcsolatban.

Ezeknek a tapasztalatoknak végső következményeként többször foglalkoztam azzal a gondolattal, hogy édesvizi Véglény el is volna képzelhető lüktetőhólyag nélkül abban az esetben, hogy ha az egész protoplasmáját kocsonyás állapotban tudná tartani, vagyis más szóval tisztán ectoplasmából állana. Ennek a lehetőségnek a megtestesítőit, a *Lorodese*kben láttam, melyeknek az irodalom adatai szerint nincs lüktetőhólyagjuk, illetőleg azt, a mondott szempontok hatásai alatt, többször megismételt vizsgálataim során én magam sem találtam.

Azt az elgondolásomat azonban, hogy az entoplasma áramlása a lüktetőhólyag működésével maradék nélkül megmagyarázható volna, megdöntötték néhez fémsókkal, különösen nikkel-vegyületekkel *Paramecium*okon végzett vizsgálataim (1935), melyek során kiderült, hogy az entoplasma árama megállítható, vagyis az entoplasma valószínűleg megalvasztható anélkül, hogy a lüktetőhólyag működése megszűnnék. Mivel azonban ezek a kísérletek egyúttal azt is mutatták, hogy ilyenkor a lüktetőhólyag munkája kivétel nélkül mindenkoron tetemesen meglassúbbodik, mégis azt vallo, hogy az entoplasmának hígultsági állapota (áramlásgyorsasága) s a lüktetőhólyag működése, ha nem is kizárólagos, mégis kisebb-nagyobb mérvű összefüggésben van.

Ennélfogva tehát idevonatkozó jelentőséget kell tulajdonítanom annak a tapasztalatomnak, hogy a *Nassulák* entoplasma-áramai a lüktetőhólyag fekvéséhez igazodnak, s még inkább annak a sajnos közelebbről

meg nem határozott nagy testű *Holotricha* Véglénynek, melyben a testben elszórt számos lüktetőhólyag mindenikéhez egy-egy kis entoplasma-áram tartozott.

Ha ezek szerint az entoplasma-áram negatív pólusa a víztelenedés következtében a lüktetőhólyag, úgy pozitív pólusként egyfelől az egész testfelületet, különösképen azonban a szájnylást, illetőleg a garattölcsér oesophagusát kell megjelölnünk, ahol a víz betörésének maximuma a pellikula puhaságából következik. A kérdésnek ezzel a pontjával részletesen a Magyar Élettani Társaság Szegeden 1934-ben lezajlott vándorgyűlésén tartott előadásomban foglalkoztam, ahol rámutattam arra is, hogy a nagytestű *Nassulák* nagyméretű varsa-készülékének saját külön entoplasma-árama van, mely a varsabotok által képzett cső fala mentén kifele, a tengelyvonalon pedig befele tart.

2. Ha a lüktetőhólyag feladatai közül a legfontosabbnak azt tartjuk, hogy a sol-állapotú entoplasmát az elárasztó víztől mentesítse, akkor ebből az következne, hogy mentől nagyobb az entoplasma mennyisége, a hólyag annál erősebben működik, vagyis gyakrabban ürít. A valóság azonban ennek a várákozásnak nem felel meg, hanem ezzel homlokogyenest elmentétesen azt tapasztaljuk, hogy kistestű állatok gyorsan, a nagytestűek pedig lassabban lüktetnek, az esetben is, ha entoplasmájuk egyenlő gyorsan áramlik. Ennek az a magyarázata, hogy a víz túlnyomórészt nem az állatban termelődik, hanem a felületen át kerül be s így a lüktetőhólyag működésében a kérdés lényege az, hogy bizonyos térfogategységre mekkora diffúziós felületnyi egység esik. Mivel a kisméretű állatoknak aránylag nagy a viszonylagos testfelületük, így természetes, hogy azok térfogategységére nagyobb a behatól víz mennyisége s így érthető, ha a kicsiny állatoknak, minő pl. a *Cyclidium*, oly gyors a lüktetésük, hogy 2—3 mp-enként, egy kis *Chilodonella*-faj pedig minden 2·5 másodpercben ürít s viszont a nagy-

testű lények, minők a *Stentorok*, *Spirostomumok*, *Blepharismák* 1—5 percenkint ürítenek. Ez a jelenség különösen akkor válik világossá, ha a kiürített vízmenynyiséget a testtömegtől és az időtől való függésben fejezzük ki.

Számításaim szerint a $16\ \mu$ hosszú *Glaucoma* minden 5 perc alatt átmossa testét a térfogatával egyenlő vízmennyiséggel. **Maupas** szerint az *Uronema frigricans* pedig még gyorsabban, nevezetesen (28 C^0 -on) minden 2 perc alatt kiüríti testtérfogatnyi vizét, de a nagyobbtestű állatok, minő az *Eplotes patella* (25 C^0 -on) már csak 14 perc és 16 mp. alatt, a *Paramecium aurelia* pedig 46 percenként mosza át testét a saját térfogatával egyenlő vízmennyiséggel. Mivel a nagy- és kistestű állatok között egyetemleges különbségként csakis a testfelület, illetőleg az azt képező pellikula, a jelen esetben mint semipermeabilis hártjának relatív méretkülönbségét jelölhetjük meg, mi sem gátol minket annak a tételnek felállításában, hogy a kistestű állatok egyebekben egyenlő feltételek mellett az ők relative nagy testfelületük miatt erősebb osmotikus nyomásnak vannak kitéve és így osmoragulatoruk gyorsabban működik.

3. *A felület mérete és a testalak.* A tömegnek a felülethez való viszonya az állatnak külső testalakjától is függ. Amint ismeretes dolog, azonos köbtartalom mellett legkisebb felülettel rendelkezik a gömb. A diffúziós felület tehát akkor a legkisebb, ha a Vég-lény gömbalakot ölt. Ez magyarázza meg azt, hogy cysta állapotban, mikor a Vég-lénynek leginkább kell védekeznie a víznek a diffúzió közben érvényesülő káros hatásaitól, miért ölt az állat gömbalakot. De ez a megállapítás, ami a mi szempontunkból, azt is jelenti, hogy minden eltérés a gömbalaktól a vízzel való el-árasztás szempontjából csakis a veszedelmet növeli, illetőleg fölös munkatöbbletet jelent az állat számára. Ezzel tudjuk megmagyarázni azt, hogy édesvizeink

állatvilága a gömbölyded alaktól nem túlságos mértékben tér el, vagyis hogy a mozgás dinamikai feltevéleitől befolyásoltan rendszerint éppen csak tojásdad formát ölt. Amennyiben pedig egyéb okokból kifolyólag el kell a gömbalaktól térnie, pl. ellapul, vagy éppen szalagszerűen kihúzódik, akkor a vízzel való eláradás csökkentésére más helyen kell pótlást találnia.

A pótlás egyik módja a testnek főntebb már megbeszélt gelatinálódása, a másik pedig az áramlásnak útjában álló diffúziós hártjának, nevezetesen

4. a pellikulának töményítődése.

A pellikula szerepe a lüktetéssel kapcsolatban ott válik kérdésessé, amidőn azt tapasztaljuk, hogy két többé-kevésbé egyenlő méretű állatfaj egyedei azonos elevenség és az entoplasmájuknak egyenlően gyors áramlása ellenére is igen különböző ütemben lüktetnek, vagy ha éppen egy nagyobb testméretű állatról, melyről azt kellene várnunk, hogy lassabban ürítsen, azt tapasztaljuk, hogy lüktetőhólyagja gyorsabban dolgozik, mint a kisebb állaté. Így pl. az *Euplotesek*ről láttuk, hogy átlag 30 mp-enként lüktetnek, holott a velük teljesen egy közegben élő nagy *Stylonychiák* és *Oxytrichák* lüktetés-átlaga 8—10 mp. körül mozog. Pedig az *Euplotesek* emezekkel szemben azon a részen is kedvezőtlen helyzetben vannak, hogy testfelületük erős bordák révén szerfözlött meg van nagyítva. Ha megvizsgáljuk az egyébként nagyjában egyméretű állatok mozgását, akkor azt tapasztaljuk, hogy a *Stylonychiák* és az *Oxytrichák* könnyedén hajladoznak ide-oda, mert pellikulájuk szerfözlött vékony és puha, holottezzel szemben az *Euplotesek* teknősbékaszerű kemény és vastag páncéllal vannak övezve s mozgásuk közben teljesen merevek. Ebből nyilván következik, hogy a kemény, vastag, fénylő pellikula a vízzel szemben is jól védi az állatokat s az *Euplotesek* e révén is magasabbrendűek, mint a *Stylonychiák*, holott a hajladozni tudó

állatok nagyfokú elárasztódásnak vannak kitéve. Ezzel az adottsággal van kapcsolatban az a további érdekes jelenség, hogy az *Euplotesek* betokozódásukkor vékony és redőzetes cystát képeznek a *Stylonichyák* pedig gömbölyded, vastag tokot formálnak.

Hasonló jelenséget tapasztalunk a sokszor együtt-élő *Glaucómák*, *Colpidiumok*, *Loxocephalusok* s velük szemben a *Colepsek* között. Amazok átlag 10 másodpercenként lüktetnek a vastag páncélú *Colepsek* azonban 40 mp-enként.

Mindezekből a tapasztalatokból s egyúttal a betokozódott állat burkának fénylő és vastag voltából nyilván következtethetjük, hogy a lüktetések száma általában az állat testének vízzel való elárasztódása fordítva arányos a pellikula vastagságával, illetőleg helyesebben tömörségével.

A pellikulát abból a szempontból is figyelemre kell méltatnunk, hogy az vajjon egyazon élőlényen a diffusio szempontjából mindenütt homogénnek, egyeneműnek tekinthető-e, vagy sem.

Akár toluidinkékes, akár pediglen ezüstöző eljárásunkkal kapcsolatban többször tapasztalom azt, hogy a festék a trichocysták helyén, néha a csillók tövén, de rendszeresen a cytopharynx oesophagealis szakaszán nagyobb mértékben hatol be az ectoplaszmába, mint egyebütt. Ebből nyilván arra lehet következtetni, hogy a pellikula áteresztő képessége testtájak szerint változó és hogy különösen az örvénylő állatok cytopharynxa a testnek vízzel való elárasztódására állandóan nyitott kapu. Itt ugyanis egyrészt a szüntelen diffusio révén, másrészt a lépten-nyomon lefűződő táplálékokkal kerül nagyobb mennyiségű víz a szervezetbe.

Ezzel a megállapítással talán két másik jelenséget lehetne kapcsolatba hozni. Az egyik az, hogy a kéthólyagú lények közül éppen a cytopharynx közelében fekvő lüktetőhólyag működik gyorsabban. A má-

sodik pedig az, hogy a ragadozók hólyagjainak lassú, az örvénylőkének gyors lüktetését talán azzal magyarázhatjuk meg, hogy amazok nem nyelnek táplálékukkal külön vizet is, holott az örvénylők összesűrített eledelüket mindig vízzel keverten veszik fel.

XVI. A LÜKTETÉS MECHANISMUSA.

A kiürítés előtt a hólyag fala rendszerint legömbölyödik s a kiürítés alatt sohsem ráncolódik, hanem síma, gömbölyded voltát az utolsó pillanatig megtartja.

Régebben azt gondolták, hogy az ütemszerű kiürítés a hólyag falának összehúzókonyságán alapszik és a hólyagot is innen nevezték *contractilis vacuolum*nak. Többen, köztük magam is, megkíséreltük ezt a felfogást azzal alátámasztani, hogy megfelelő eljárással a falban összehúzókonny elemeket, *contractilis myonemá*kat mutassunk ki. Ez azonban nem sikerült s így *elvetettük azt a feltevést, hogy a hólyag fala contractilis volna*. Ez annál könnyebben ment, mert a mozgást bénító szerekkel nem sikerült a lüktetőhólyag falának bénulását előidézni. Így olyan szerek hatására, amelyek a csillók mozgását bénítják, minők az én vizsgálataimban a nickel-sók, meg az alkohol, mások kezében pedig a morhium valának, a lüktetőhólyag, ha csökkentett gyorsasággal is, de tovább dolgozott.

Egy másik felfogás szerint, amelyet **Degen** és **Hartog** vallanak, a kiválasztó készülék belsejében keletkező osmotikus nyomásban keresendő a hólyagfal kipattanásának és vele együtt a szabályos lüktetésnek oka.

Én a lüktetést szintén az osmotikus nyomásra veztettem vissza (1925), csak hogy ezt *nem a készülék belsejében*, hanem annak környezetében, illetőleg általában az egész testben kerestem.

Ismeretes ugyanis, hogy egy régebbi, Hartogra visszavezethető felfogás szerint az édesvízi Végvények testét semipermiábilis pellikulájukon keresztül a környező víz hypertóniája következtében állandóan vízzel árasztja el. Ez a víz a szervezetben feszültséget, turgescenciát, bizonyos fokú osmotikus nyomást eredményez, amely tetőfokát elérvén — úgy gondoltam, — hogy a hólyagnak, mint legkisebb ellenállásnak irányában vezetetik le azáltal, hogy a hólyag szelepe ennek a külső nyomásnak enged s utána ugyanaz a nyomás a nem contractilis falú hólyagot is összepréseli, folyadéktartalmát kiszorítja.

Erre a feltevésre a következő tapasztalatok készítek: Ha *Paramecium*okat, vagy *Colepse*ket olyan híg sublimat-oldatba tettem, amely csak mérgez, de még nem öl, mert a csillók, bár gyengén, de még csapkodnak, akkor a magával tehetetlen állat megpuffad, lüktetőhólyagja pedig eredeti térfogatának sokszorosára telik fel, anélkül, hogy közben kipattanna. A jelenséget úgy magyaráztam, hogy a jelenlevő csekély sublimatum hatására a pellikula elveszti kellő rugalmasságát és az osmotikus nyomásnak inkább maga enged, semhogy feszültségével a lüktetőhólyagot bírni kiürülésre. Mivel pedig ilyenkor a lüktetőhólyag szerfelett nagyra tud nőni, kétségesnek tartottam, hogy fala rendelkezne azzal a feszes rugalmassággal, mely szükséges illetőleg elegendő ahhoz, hogy elzáró szelepét végül átcsapja. Ezzel teljesen egyező eredményekre jutottam nickelsós kísérleteimben is (v. ö. 1935). Itt is mértéktelenül felfúvódtak a lüktetőhólyagok és maguk erején nem tudtak kiürülni.

A lüktetőhólyag összehúzókonyságának hiányát láttam igazolva abban a közismert jelenségben is, hogy a fedőlemeztől odalapított állatban sem képes a pórusával az üveglemezhez simult lüktetőhólyag kiürülni. Úgy gondoltam, ez attól van, hogy nincs benne akkora feszítő erő, hogy ez az erő az excretiós pórust kör-

nyező pellikulát a folyadéknak a póruson át szabad kiáramlása esetén és árán a testbe visszanyomná és így a hólyagvizet az állat testének behorpasztása árán is a testen kívül helyezze el.

A hólyag falának szinte korlátlan nyújthatóságát és így rugalmasságának, feszítésre való képtelenségének hiányát láttam abban is, hogy ha a hólyag az őt környező protoplasmával a testfelület felrepedése közben kiömlik a környezetbe, és pedig anélkül, hogy a sugárcsatornákkal való kapcsolatát feladná, akkor eredeti méretének sokszorosára szokott tágulni anélkül, hogy kihasadna. (Lásd Gelei, 1925.)

A legfontosabb bizonyítékot arra, hogy a lüktető hólyag a maga erején nem tud kiürülni, tehát nem contractilis, azokban a kísérleteimben láttam, melyekben kettévágott *Parameciumok* hólyagjának viselkedését vizsgáltam. Itt azt tapasztaltam, hogy abban az esetben, ha a kés átvágás közben maga előtt nyomta a felső testoldal pellikuláját s azt az átvágás előtt a túlsó oldalával összeragasztotta, a kettévágott fél lüktetőhólyagja a rendestől alig eltérően lüktetett tovább. Ha azonban a kés útja közben szelte a pellikulát is és így átvágás után a metszési lapon a testplasma szabadon dudorodott ki, akkor már a lüktetőhólyag a maga erején nem bírt üríteni, hanem lassankint eredeti térfogatának sokszorosára telt fel. A kísérlet tehát azt látszott igazolni, hogy ha a pellikula nem ép, akkor nincs rendes ürítés, amiből nyilván következik, hogy tehát a testpellikula felelős az ürítésben.

Mindezekből a kiválasztószerv működésének magyarázatára ez a felfogás alakult ki bennem:

Maga a kiválasztó készülék üregrendszere folyadékkal a kiválasztó működés következtében telik meg. Az a folyadékáram azonban, amely e kiválasztás tényéből természetszerűleg származik, s amely áram valóban dinamikai erőt képvisel, nem elegendő arra, hogy a szerv ennek hatása alatt ki is pattanjon, mert

a szerv falának nincs elég rugalmassága és szívósága ahhoz, hogy az a felteléssel szemben kellő ellenállást és végül át nem hágható határt szabjon, amely pillanat után a feltöltő erő, vagyis a maximálissá vált osmotikus nyomás a kiürítő csatorna szelepét kiütné. A szelep kipattanása s vele az egész lüktetés a test duzzadtságának s az abból következő feszültségnek a következménye. Ezt a feszültséget pedig a pellicula biztosítja a szervezet számára.

Ez a felfogásom azonban, mely *tehát a lüktetést az egész testben rendszeresen megújuló osmotikus nyomásmáximumba vezet vissza*, csak addig helytálló, míg a kiürülés minden esetben csakugyan pontos szabályszerűséggel következik be. Ez az elv tehát próbáját akkor állaná ki, ha igazolhatnók, hogy a két vagy több lüktetőhólyaggal felszerelt állatok kiürítése is teljesen rendezett szabályossággal történik.

Évégett megvizsgáltam a két vagy több lüktetőhólyaggal felszerelt állatokban a különböző hólyagok ürülésének időkülönbségeit. Az előbb kifejtett feltevésnek következményeként a hólyagoknak szabályos metachroniával kellett volna működniök, vagyis beosztott egymásutánban szabályos időközökben üríteniök. Tehát, ha valamely állat egyik hólyaga x másodpercenként ürítene, akkor n hólyag esetén szabályosan minden x/n -dik időközben ürülne egy-egy hólyag.

Ezzel szemben azonban arra a meglepő tapasztalatra jöttem rá, hogy sem a kéthólyagú, sem pedig a többhólyagú állatok kiürítésében nincsen a hólyagok működése között ütemes, szabályszerű eloszlás, nincs metachronia, hanem egyenként az egyes hólyagok magukban esetleg szabályosan ürítenek ugyan, az egyik azonban egy-két másodperccel, vagy amint a fenn közölt táblázatból kitűnik, esetleg csak a másodperc töredékével működik gyorsabban, mint a másik s így lehetetlenné válik a két hólyagnak, vagy még-

inkább a több hólyagnak váltakozva szabályos időközökben való kiürülése. Ha, példának okáért a *Paramcium bursaria* esetében láttam, hogy szobahőmérsékleten az egyik hólyag 8 mp-es ütemmel dolgozik, akkor a másiknak is pontosan 8 mp-enként, de mindig 4 mp-es késéssel kellene ürülnie, hogy így a rendezett metachronia s a pellikula rendes szolgáltatése megvalósuljon. Ehelyett azonban azt tapasztaltam, hogy a másik hólyag 7.5 mp-es ütemmel dolgozik és akkor az egyik hólyag minden egyes lüktetés alkalmával 0.5 másodperccel előzvéen meg a másikat, minden 16 ürítés után egyszerre lüktet a másik hólyaggal. Ez pedig, mivel az együttürítés idején a hólyagok nem kisebbek, mint a szabályosan váltakozó állapotban, azt jelenti, hogy az állat teste egyhólyagnyi térfogattal való növekvést könnyen elvisel, noha a fentebbi feltevésem szerint az egyik hólyag térfogatmaximumán is akkorának kellene lennie az egész test turgescentiájának, illetőleg osmotikus nyomásának, hogy annak a hólyag kivezető részén levő hártýaszelep kicsapódását már elő kellene idéznie.

Még feltűnőbb dolgokat tapasztaltam az *Arcella discoïdes*-en. Ennek 6—10 lüktetőhólyagja van. Ezek állatonként váltakozva 20—60 mp-enként ürítik tartalmukat, tehát még 10 hólyag esetén is keresztül lehetne vinni, hogy egyenlő ütemű működés esetén 2—6 mp-es késéssel szabályos metachronia uralkodjék a kiürítésben. Ez azonban itt sincs megvalósítva. A hólyagok nem egyenlő, hanem egyenest szabálytalan ütemmel dolgoznak és így már magam is láttam esetet, hogy mind a 10 egyszerre ürített és viszont, hogy a legzűrzavarosabb össze-visszaságban dolgoztak.

Ebből világossá vált előttem az, hogy a régi felfogás, amely szerint a hólyagok autonom módon, magának a szervnek belsejében kialakuló osmotikus nyomásnak hatása alatt ürítenének és az én felfogásom, amely szerint a ható erő a hólyagon kívül az egész

testben van, összeegyeztetésre szorul, olyképpen, hogy a hólyagok kiürítését mind a saját belső nyomásuk, mind pedig a testben uralkodó nyomás egyaránt elősegíti.

A magam régibb felfogását azért nem vethettem el, mert tisztán a hólyag autonomikus osmotikus működésével nem tudom megmagyarázni azt, hogy kivételes esetekben miért nő a hólyag rendes méretének sokszorosára. De azt sem értjük meg, hogy a pellikulátlan *Rhizopodák*ban ugyanazon Amoeba-egyedben teljesen azonos körülmények között közvetlen egymásután bekövetkező lüktetéseken hogyan léphet fel egyperces különbözet (4—5 perces lüktetési átlag mellett), vagy hogy az *Arcella discoides*nek ugyanazon hólyagján 5 perc lefolyása alatt megfigyelt kiürítéseknél 40 másodperces közepes időköz mellett hogyan jelentkezik 37 másodperces illetőleg 48 másodperces maximum, máskor 45 másodperces átlagnál 40 és 50 között ingadozás, vagy 80·3 másodperc mellett 75 és 83 másodperc közötti ingadozás. A hólyag saját falának contractilitása ezt a nagy ingadozást nem magyarázza meg. De azt sem magyarázza meg, hogy ha lehetséges a pellikulátlan *Rhizopodák*ban egy-egy adott hólyag működésében ez a nagyfokú variabilitás, akkor viszont miért nincs a pellikulás *Ciliaták*ban is ez a változékonyság. Ezek szerint ha a pellikulátlan lényekről azt látom, hogy azonos feltételek mellett is a lüktetések gyakoriságában jóval nagyobb, viszont a pellikulásokon pedig azonos körülmények között jóval kisebb az ingadozás, nem tagadhatjuk le azt, hogy a lüktetések szabályozásában s így magának a lüktetésnek a keresztülvitelében a pellikulának, az általa kifejtett szívós ellenállásnak lényeges szerepe van.

Ha viszont számolnunk kell a hólyag falának saját contractilitásával, akkor megint időszerűvé válik az a kérdés, hogy honnan van ez az összehúzókonyság?

Ennek a kérdésnek magva egy nemrégén meg-

jelent cikkemben van lefektetve, ahol is olyan amoeboid mozgásokkal foglalkoztam, amelyek a testet fedő külső hártya összehúzókonyságából származnak. Ebből a cikkből kitűnik, hogy nemcsak duzzadásból származik összehúzókonyság (aminő az izomcontractio), hanem homlokegyenest ellenkezően víztelenedésből, kiszáradásból is (hártyaösszehúzódás). A hártyacontractiónak erre az *Amoebákból* ismertetett eshetőségére már **Ecker** mutatott rá 1849-ben s viszont **Wallich** állapította meg, hogy a contractio végén az amoeba-test összehúzódó ectoplasma-hártája entoplaszmává lesz. Ezt a folyamatot **Rhumbler** 1905-ben ecto-entoplasma folyamatnak nevezte el (v. ö. **Gelei**, 1935 264—265 oldal). Én magam az amoeba-pellicula összehúzódásának valódiságát több oldalról igazoltam és azt anyagleadással, különösen pedig víztelenedéssel magyaráztam. Az ecto-entoplasma-folyamat lényegében azt fejezi ki, hogy kocsonyás: gelállapotú protoplasma olvadtá: sol-állapotúvá válik, fordítottjaként pedig a mellső testvégen sol-állapotú plasma gel-állapotúba megy át, hogy ott új hártyt képezzen. Ezt a reversibilis állapotváltozást a lüktetőhólyagra nézve is leírta **Taylor** az *Euplotes*-en végzett vizsgálatai alapján és később pedig **Mc Lenan** is ismertette több *Entodiniomorphá*ról. Az állapotváltozás szakaszos, hosszabbban tart a sol-állapot és rövidebb a gel-állapot.

Mikor **Taylor** ezt a gel-sol reversibilis állapotváltozást megállapította, akkor voltaképen a lüktetés kulcsát adta kezünkbe. Tapasztalatom szerint ugyanis a megtelő hólyag fala — ha nem is nagy mértékben — de mindig olvadt állapotú. Erre vall valamennyi eddig vizsgált állatom hólyagjának a diastole alatt tanúsított metaboliája, sokszor egyenest amoeboid alakváltozása. A diastole pedig mindig azzal fejeződik be, helyesebben a systole mindig azzal készítették elő, hogy az addig szabálytalan hólyag legömbölyödik, sokszor annyira erőszakosan, hogy az esetleg hengerded

testvéget is kinyomja és azt is legömbölyödéssé készíti. Ezen legömbölyödés közben *a hólyag fala feszessé és minden körülmények között fénylővé válik, mert fénytörése fokozódik*. Ez a fokozódó fénytörés a gel-állapotba való fokozatos áttérés jele; a gelificálódás pedig egyet jelent a feszültség felléptével. Jól jegyezzük meg tehát, a lüktetőhólyag nem a megteléstől lesz feszessé, ellenkezően a megtelés minden fokán minden ellenállás nélkül egyformán engedi magába a folyadékot, hanem a hólyagban a feszültség tisztán az említett állapotváltozásból származik. Maga az állapotváltozás, vagyis a gelificatio valószínűleg víztelenedéssel jár, tehát a fénytörés fokozódása egyet jelenthet a vízvesztéssel. Ez a vízvesztés lehet valódi, vagyis származhat abból, hogy a kiválasztó plasma, vagy legalább is a hólyag közvetlen hártafala elveszti azt a képességét, hogy a környezetből vizet vegyen fel, maga azonban még tovább adja vizét a hólyag ürterébe s így ez a hátulról nem pótolta vízleadás folyamatos feszültség-fokozódásra vezet. A vízvesztés azonban lehet képleges is, mert megtörténhetik, hogy a víz csak bensőleg, fizikokémiai kötéssel tűnik el, azzal, hogy minden víz „ráfagy” a kiválasztóplasma colloidalis részecskéire és ez az eltűnés vezet a feszültség előállítására.

Ez a „fagyott víz” gondolata nekem azért rokonszenves, mert ezzel könnyűszerrel tudunk megmagyarázni két dolgot. Egyfelől azt, hogy a systole végén miért indulhat meg azonnal a feltelés, illetőleg az új hólyagok képzése, vagy ha vannak ilyenek, akkor azoknak összefolyása, másfelől pedig azt, hogy ha akármi okból elmarad az egyszer telt hólyag kiürülése, az rövid idő múltán újra továbbtölthető állapotba kerül. Úgy látszik, a „fagyott víz” állapota valami mechanizmus útján rövid időhöz van kötve, éppen a lüktetés megkívánta 0.1—1.5 mp-nyi időhöz s azután hirtelen a sol-állapottal váltódik fel, amivel a diastole lehető-

sége újra adva van. A kötött víz állapota nincs feltétlenül a kiürüléssel összekapcsolva. Megtörténik ugyanis, hogy a hólyag ürítése elmarad s az kis idő múlva újra tovább tölthetővé válik. A vízkötés maga a systole kezdetén igen nagyfokú lehet, mert a hólyag, amíg összeesik, sohse ráncosodik, hanem folyton megtartja eredeti feszességét. Elmondhatjuk tehát, hogy amíg a megtelő hártya sohse feszül, addig a kiürülő hártya mindig feszes marad.

Én korábban a kiürítő pórus rendszeres nyílásához egy redőbillentyűszerkezetet tételeztem fel. Ma ezt, miután a pórushoz tartozó kiürítőcsatorna alsó szűkületét megállapítottam, feleslegesnek tartom. A szűk pórus zárására elegendő maga a hólyagfal, minden szerkezet nélkül.

Taylor a pórus kipattanását a réshez került hólyagfal leolvadásával magyarázza, hasonlóan ahhoz, ahogyan a két mellékhólyag érintkező fala egybefolyásukkor leolvad. Szerintem azonban nehéz elképzelnünk, hogy ugyanakkor, amikor a hólyaghártya egész kiterjedésében gelifikálódik, akkor egy pontján éppen ellenkezően solifikálódásnak induljon. Én azt hiszem, hogy ugyanaz a feszítő erő, amely a hólyagtartalomnak annyira fecskendésszerű kiürítését teszi lehetővé, hogy a lüktetés alatt a póruskürtő láthatóan tágul, ugyanaz az erő elég ahhoz, hogy a póruson, ahol a legkisebb az ellenállás, a hólyag falát is kirepessze. A felrepedt kocsonyás fal pedig a lüktetés végén éppen amiatt záródik, mert a solifikálódáskor felolvadt és a póruresszájadékhoz szaladt hólyagtest eltömeszeli.

XVII. A LÜKTETŐHÓLYAG ÉS A MELLÉKHÓLYAGOK, ILLETŐLEG A SUGÁRCSATORNÁK VISZONYA.

Kétféle viszonyról beszélhetünk, egyik a) az életani, a második b) az a származástani viszony, melyet

a rendszertani sorozatokban megállapítható élettani fokozatokból, vagyis abból a sorozatból vonhatunk le, amely az egyszerű lüktetőhólyag és a sugárcsatornás-készülék között kiképződött.

a) *Élettani viszony.* A főhólyag és a mellék-
hólyagok viszonyára nézve mindenekelőtte ki kell emel-
nünk azt az ősi tulajdonságukat, hogy az összeolva-
dásra vonatkozó hajlamuk eleve adott. Sokhólyagú
Amoebákban ismételt alkalom volt megfigyelni
a keringő vándorhólyagok összeolvadását, amely ter-
mészetsszerűleg azzal kezdődött, hogy az érintkező ki-
választó plasmák egybefolytak, bennük a hólyagok
egymáshoz egyenes vonalban közeledtek, közben a
solállapotú plasma kiszorult és a hólyagok egybeol-
vadtak. Ehhez hasonlót tapasztaltam számtalan eset-
ben olyan magasabbrangú lényeken, köztük sugár-
csatornásokon is, melyeknek a kiválasztószerve a
fedőlemez nyomása alatt darabokra fészelt szét s a
darabokban mind külön-külön hólyagok keletkeztek,
de ezek az állat fölrepedése után kifolyt entoplasmá-
ban mégis egymásmellé kerültek. Itt is minden érint-
kező excretiós plasma menthetetlenül összefolyt és a
hólyagok egyesültek. Ennek a fordítottját is lehet
észlelni, nevezetesen szétválásból új hólyagok kelet-
kezését; ezt olyan Amoebákon észleltem, amelyek vál-
takozóan egy vagy két hólyagúaknak vannak leírva.
Ez a szétválás azonban nem szól az összeolvadásnak
előbb említett egyetemlegessége ellen, mert szétválás
is rendszerint újraegyesüléssel végződik, de itt az egye-
sülés csakis a hólyagnak előrehaladt állapotán követ-
kezik be.

Az összeolvadás szakaszát mindig követi egy
rövid önállósági szakasz (a régi vonzással szemben
egy esetleges taszítási szakasz), amelyben soha sincs
összeolvadás. Ez a megtelés vége, illetőleg a kiürü-
lésre való előkészülés. Az egyesülés lehetősége hosz-
szabb időre terjed és ezért különböző méretű hólya-

gok olvadnak össze, a függetlenség szakasza azonban rövid. Ha **Taylor**-tól elfogadjuk, hogy érintkező falukon elfolyósodik a hártya, akkor a telt hólyag önállóságát pedig az a másik megállapított valóság biztosítja, hogy ennek fala viszont el kocsonyásodott.

Ott, ahol a főhólyag nem örökös képlet, hanem minden lüktetés után valamely kis hólyagból újraképződik, a hólyag életében három szakaszt különböztethetünk meg. 1. A kezdő önálló növekvés szakaszát, amikor a kiválasztás kezdetén még nincs összeolvadás. 2. Az összefolyások szakaszát. 3. Az önálló diastolés maximumot. Némely állatban a diastolés maximum is két szakaszra tagolódik: egy kezdő növekvési és egy nem növekvő kocsonyásodott falu részre.

A sugárcsatornás lüktetőhólyagban is észlelhetők e szakaszok, sőt bizonyos tekintben még élesebben, mint az alsóbbrendű mellékhólyagokban.

A *Parameciumon* a lüktetés rendje és benne a sugárcsatornák viszonya a főhólyaghoz a következőkép alakul.

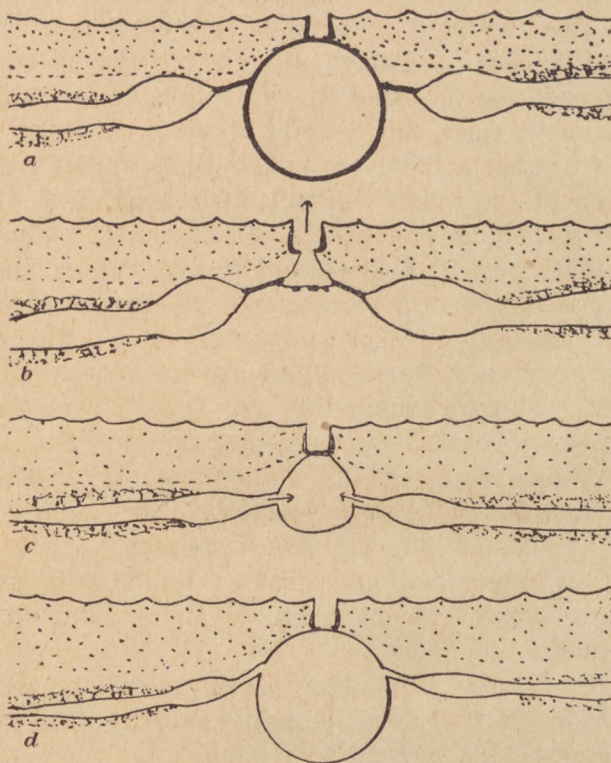
1. szakasz. A főhólyag kiürül s az alatt a sugárcsatornák zárt vége az ampullákkal együtt a pórus excretorius felé húzódik.

2. szakasz. A sugárcsatornák lüktetnek, miközben a fecskendő csatorna kitágul és azon át az ampullák tartalma a hólyagba fecskendeződik (ampullák systoléja).

3. szakasz. A főhólyag tovább telik azon a réven, hogy a fecskendőrés az ampullák lüktetése után is nyitva torkollik a hólyagba.

4. szakasz. A főhólyag legömbölyödik a sugárcsatornákról, fala fénylővé válik. A fecskendő csatorna összeesik és az ampullák feszesre telnek meg. (Ampullák diastolléja).

Az *Urocentrumnak* a hasonlóan alkotott sugárcsatornás lüktetőhólyagján csaknem ugyanilyen szakaszokat látunk. Itt csak a harmadik szakaszt nem lehet



22. ábra. A Paramecium lüktetőhólyagjának és sugárcsatornájának viszonya vázlatosan az állat hosszanti metszetén, a működés különböző fázisaiban. *a* a diastole maximuma, midőn a lüktetőhólyag a környezetétől feszesen elkülönődik és a sugárcsatornák fecskendő-szakasza (kapocstag) bezáródik, *b* a főhólyag systoléja és az ampullák diastolájának maximuma. *c* a főhólyag kezdődő diastoléja s az ampullák befejező systoléja. A kiürítő csatorna feneke zárva, a fecskendő csatornák nyitva. *d* a főhólyag közel a diastole befejezéséhez, az ampullák nyitott fecskendő-csatornával a systole mélyén. Külön figyelmet érdemel, hogy *b*-ben a kiürítés tetőfokán az ampullák a pórushoz közelebb csúsznak, továbbá az, hogy a sugárcsatornák a főhólyagból az aequator fölött erednek.

Das Lageverhältnis der Excretionsblase und der Radialkanäle in den verschiedenen Fasen der Funktion bei Paramecium, in einer schematischen Längsschnitt. *a* Maximum der Diastole, wo die pralle Hauptblase sich sphärisch abrundet und die Schaltstücke der Radialkanäle geschlossen werden. Die Diastole der Ampullen dauert noch weiter.

élesen megkülönböztetni és pedig azért, mert az *Urocentrum* sugárcsatornáin a fecskendőzés igen rövid, nagyon tágulékony s ez a főhólyag megtelésekor annyira fölpuffad, hogy a főhólyag ideiglenesen az ampullákkal mintegy egybeolvad, illetve annyi csücske keletkezik, ahány ampulla övezi. A fecskendőzés ezen tágulékonyaságából következik, hogy a sugárcsatornák a főhólyagtól függetlenül is összeolvadhatnak, ha emez kiürítésében gátolva van.

A *Spirostomumok* esetében nem látjuk, hogy a test hosszában futó csatorna a kiürülés pillanatában a főhólyagtól elzáródnék. Itt úgy látszik, hogy a főhólyag és a csatorna egyszerre ürítik tartalmukat azzal a különbséggel, hogy amíg az összelapuló főhólyagból minden folyadék kiürül, a sugárcsatornában mindig marad vissza víz. A *Sp. ambiguum* egyik tenyészetében a legtöbb példány hosszanti csatornája 8 helyen orsódadon felduzzad. A nagyobb duzzanatok a testfalat is kinyomják. Ebből látszik, hogy a csatorna ellentállása a diastolés nyomással szemben szakaszosan változó. Néha a kiürüléskor egy-egy duzzanat telten marad. A *Spirostomumok* főhólyagja még arról a különlegességről is nevezetes, hogy az a systole alatt nem fut össze a kiürítő csatorna tövébe, hanem a testfalra mintegy fölragadtan azzal együtt laposan vagy esetleg hármás (ritkán négyes) redőt vetve összeesik. Itt tehát az állatnak végső hengerded testrésze együtt lüktet a hólyaggal. Megtelésekor is meg-látszik a fallal való összefüggése, mert nem egy ponton kezd megtelni, hanem egész terjedelmében.

b Beendigung der Systole durch den aufgemachten und zugleich erweiterten Entleerungskanal; Diastolemaximum in den Ampullen. *c* Die Diastole der Hauptblase geht an, Kanalis excretorius geschlossen, die Ampullen mitsammt Radialkanäle in Systole. *d* Die Hauptblase nahe an der Maximum der Diastole und die Ampullen in Tiefstand der Systole. Während der Systole der Hauptblase werden die Ampullen gewissermassen in der Nähe der Porus excretorius gedrängt. Die Radialkanäle entspringen etwas höher als der Aequator der Hauptblase liegt.

A *Loxophyllumok* és *Stentorok* hosszú csatornás hólyagja azonban teljesen a *Parameciumok* rendszeréhez hasonlóan működik. Itt is a lüktetőhólyag a diastole végén a csatornáról lefűződik, a csatorna vége is önmagában legömbölyödik és így a főhólyag teljesen a csatornától függetlenedve lüktet. Folytatólag különösen a *Loxophyllumok*ban látszik tisztán, hogy az új hólyag mindig a lezáródott hosszanti csatorna végéből keletkezik olyképpen, hogy a nagy hólyag systolóját nyomon követi a csatorna körteszerű végének felfuvódása. Az új hólyagba egyelőre a szomszédos mellékhólyagok is befakadhatnak. A *Stentorok* közül a *Müllerin*, a *coeruleuson* és a *Roeselin* észleltem, hogy itt a diastole végén hosszasan csak a főhólyag lálható. Ennek kiürülése után a veseplasmában több szabálytalan hólyag keletkezik, melyek összefolynak. Közben azonban a hosszanti csatorna vége is betolul a hólyagok közé egy felfujt duzzanat formájában és összefolyik a többi hólyaggal.

b) *A mellékhólyagok és a sugárcsatornák származástani kapcsolata.* Az egyedfejlődés mind a *Nassonow*, mind pedig a magam vizsgálatai alapján azt mutatja, hogy a sugárcsatorna a főhólyagból nő ki. Itt tehát a fejlődésnek megrövidített folyamatával állunk szemben, amit a Cellulatak világából bőven ismerünk. Ezzel szemben a Véglények világában egy olyan fokozatos sorozatot látunk a mellékhólyagok viselkedésében, hogy az, miként a következő sorok tanúsítják, teljes mértékben megengedhetővé teszi a sugárcsatornáknak leszármaztatását állandósult mellékhólyagokból.

Ehhez a kérdéshez mindennekeelőtte meg kell jegyeznünk azt, hogy a lüktetőhólyag mellékhólyagok nélkül elterjedtebben csak a *Rhizopodák*ban található, de itt is igen gyakori az, hogy a főhólyagot több mellékhólyag előzi meg, a *Ciliaták*ban pedig mentül többet figyelek meg egy-egy élőlényt, annál

ritkább jelenségnek tűnik föl előttem az, hogy mellékhólyagok nélkül működjék a lüktetőhólyag. Azt azonban a *Rhizopodákban* már régen megfigyeltem, hogy a főhólyag ott is képződik, hogy tehát előbb apró mellékhólyagok keletkeznek és azok később egy nagy hólyagba összefolynak, mely maga önállóan tovább nő. Föntebb említettem, hogy egy nagy *Limax*-typusú *Ameobában* világosan megfigyeltem a lüktetőhólyag helyhez kötött voltát is. Ugyanezen állatban láttam először a mellékhólyagok felléptét is. Igen sajátságosan csak a kiválasztás kezdetén. Ha a lüktetőhólyag rendes méretének felére megnőtt, többé mellékhólyag a protoplasmaburokban nem lépett föl. Egy másik nagy, az *Amoeba spumosa*-hoz hasonló alakban pedig a vándor hólyagokról figyeltem meg számtalan esetben, hogy azok, legyenek kicsinyek vagy nagyok, egyaránt összeolvadhatnak. Itt az állat hátsó testvégén számos apró hólyag keletkezik s ezzel szemben a lüktetőhólyagok száma aránylag kevés. Az *Arcella discoides*-ben is főhólyagonként előbb rendszerint 2—3 mellékhólyag lép föl, és azok csakhamar egy főhólyaggá folynak össze, mely maga is tovább nő.

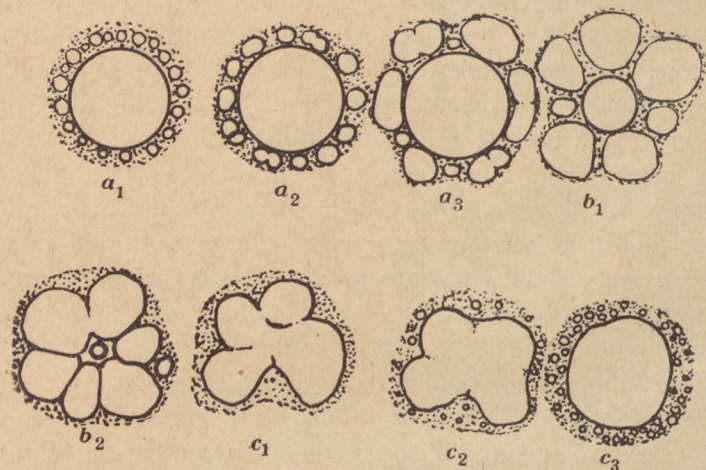
A mellékhólyagok keletkezését illetőleg általában a következő változatossággal találok:

1. 2—3 vagy általában kevés mellékhólyag lép föl és miután azok összefolytak egy nagyobb hólyaggá, ez tovább egyedül marad s önmagában nő tovább egész a kipukkanásáig (*Amoebák*, *Arcellák*).

2. Mint az első pont alatt, csakhogy mellékhólyagok a főhólyag megjelenése után is tovább képződnek (alsóbbrendű *Ciliaták*, így *Amphileptusok*, *Lionotusok*, *Spathidiumok*). Ennek egy változatát ismertettem (1933. b.) a *Spathidium giganteum*-on, ahol a kiürült öreg hólyag helyébe a szomszédságból 2—3 nagy hólyag összefolyik, melyek már maguk is kisebbek egyesüléséből származnak; az így keletke-

zett lüktetőhólyag pedig további összeolvadásokból még mindig növekszik.

3. A praeexistens lüktetőhólyag körül sűrűn apró hólyagok keletkeznek, a szomszédok azonban közben összefolynak és végezetül diastoléjának maximumán csak kevesebb számú nagyobb mellék hólyag övezi a lüktetőhólyagot; vagy éppen csak 1—2 hólyag marad fenn, mint azt némely *Spathidium* tanítja.



23. ábra. A veseplasmában a diastole végén (a_1 — a_3), a systole alatt (b_1 — b_2) és a diastole kezdetén végbemenő folyamatok, Nassulákon szerzett tapasztalatok alapján. a_1 — a_3 a mellék hólyagok nőnek és egybeolvadnak, közben a fesszen legömbölyödött főhólyag nem vesz fel mellék hólyagokat. b_1 — b_2 a főhólyag systoléja s a nagy mellék hólyagok fokozódó egybeolvadása. c_1 — c_3 a mellék hólyagok összezsugorodása egy főhólyagba és közben új piciny mellék hólyagok fellépése. c_3 a főhólyag kezd legömbölyödni és a veseplasma mellék hólyagjai tovább szaporodnak, illetőleg nőnek a_1 irányába.

Die im Excretionsplasma während der Diastole (a_1 — a_3), der Systole (b_1 — b_2) und am Anfang der Diastole (c_1 — c_3) verlaufenden Veränderungen, auf Grund von Erfahrungen an der Nassula. In a_1 — a_3 wachsen und verschmelzen sich die Nebenblasen, inzwischen nimmt aber die Hauptblase keine Nebenblasen mehr in sich auf. In b_1 — b_2 die Systole der Hauptblase und die fortdauernde Verschmelzung der Nebenblasen. In c_1 — c_3 die Hauptblase kommt durch Ineinanderfließen der wenigen Nebenblasen zustande, inzwischen entstehen aber in der Excretionsplasma neue Nebenblasen. c_3 Die Hauptblase fängt an sich abzurunden und die Nebenblasen vermehren und vergrößern sich weiter um Zustand a_1 herzustellen.

4. A jól körülírt kiválasztóplasmában a mellék-hólyagok megőrzik különállóságukat, vagyis megtelt állapotukban ugyanannyi van belőlük, mint amennyi keletkezett. Ez ritkább állapot.

A 3. és 4. pont alatt említett állapotok az állandóan saját fallal ellátott lüktetőhólyaggal kapcsolatosak, az 1. és 2. pontbeliek azonban a mindig újra regenerálódó, vagy éppen teljesen újra képződő lüktetőhólyagot tételezik föl.

Nem igen könnyű a fölött dönteni, hogy vajjon adott esetekben a mellék-hólyagok praeexistensek, vagy sem. Ha azt tapasztalhatjuk, hogy a mellék-hólyagoknak akár egymással, akár pedig a főhólyaggal való egyesülése alkalmával tartalmukat egyik a másikba nem szűk nyíláson öntik át, hanem a hólyagok harántfal fölészívódásával teljesen egyesülnek s így az eredményezett nagyobb hólyag falába mind a kettőnek a fala fölvetetik, akkor természetes, hogy a mellék-hólyagok nem praeexistensek. Viszont *Lembadionok*ban láttam azt, hogy a mellék-hólyagok nem olvadnak össze és tartalmukat az itt praeexistens főhólyagba szűk nyíláson át fecskendik s így itt föl kell tételeznünk, hogy a mellék-hólyagok is praeexistensek. Azt, hogy a *Lembadionok*ban ez a jelenség mennyire van elterjedve, ma még nem tudom megmondani. Megjegyzem csak azt, hogy láttam már esetet arra, hogy a mellék-hólyagok kiürülésükkor itt is összealvadtak.

A magasabbrendű *Ciliaták* sugárcsatornáiból a praeexistens mellék-hólyag-állapotból egyszerű kinövésével származhattak; a hólyagok a csatornává kihúzódás közben a szomszédságukban lévő kiválasztóplasmát magukkal ragadták s attól a főhólyag falát teljesen megfosztották.

Ez a feltételezett származástani menet nagy bizonyosságot nyert előttem akkor, midőn Szegeden sikerült az igen kisméretű *Paramecium trichiumon* a Stokes által leírt sugárcsatorna nélküli lüktetőhólyag-

gokat megfigyelnem. A fajfejlődés ugyanis mindig a kisméretű állapoton halad át a nagytestűbe, s ha itt azt láthatjuk, hogy a kis test csak mellékhólyagos lüktetőhólyagot igényel, akkor azt is láthatjuk, hogy a nagytestű *Parameciumok* milyen állapotból fejlesztették ki sugárcsatornáikat.

* * *

Azt hiszem, az elmondottakban sikerült nagyjában vázlatos képet nyújtanom arról, hogy a lüktetőhólyag, illetőleg a kiválasztóplasma organológiai szempontból minő fejlődésfokokon és módosulatokon ment keresztül részleteiben és egészében.

XVIII. MŰKÖDÉSBELI KOORDINÁCIÓ A KIÜRÜLÉS ÉS A KÖRNYÉKBELI CSILLÓK MOZGÁSA KÖZÖTT.

Említettem, hogy a gyüledékkiürítő pórus nemcsak a Végvényekben, hanem az egész állatországba a test hátsó felére, sok esetben egyenest a végére van helyezve. Ennek természetes magyarázatát abban látjuk, hogy az állatra kellemetlen, vagy egyenest káros lehet gyüledékében mozogni, aminek a gyüledécsatornának hátultorkollása esetén nincs kitéve. Halakon tapasztalható igen gyakran, hogy a kopolyútér ürítésével koordináltan, minden ürítéskor a mellúszók hátra-csapnak s így az oxigénben szegény vizet a szájkönyéktől hátrahajtják. Ugyanilyen reflexkoordinációt tapasztaltam a *Parameciumon* a hólyag ürülése s a környéki csillók csapkodása között. Megfigyeltem ugyanis, hogy valahányszor egy helytálló állat ürít, a különben ilyenkor pihenő csillók a pórus környékén rövid időre azonnal hátrafelé csapkodnak.

Ez a jelenség egyúttal arra is magyarázatot ad, hogy miért vannak a kiválasztó pórusok mindig a csilló-

sorokba beiktatva. A koordinálás ugyanis a neuroplasztikus kapcsolatok útján válik lehetővé.

Ismeretlen előttünk az a mód, ahogyan a kiürítés ingere a csillókhoz jut. Két dolog azonban bizonyos, az t. i. hogy a kiürítő réstől, illetőleg csatornától mindig neuronema halad a szomszédos csillókig és továbbá az, hogy kiürüléskor a csatorna a folyadéknyomás alatt láthatóan tágul. Valószínű, hogy a csatorna falának ez a feszülése szolgál a koordináció ingerforrásául.

XIX. ÖSSZEFOGLALÁS.

A) A kiválasztószerv az entoplasma különítménye, differenciálódása. Az ectoplasmával, illetőleg a pellikulával csak a kiürítés érdekében lép előbb élettani, később alkattani viszonyba, amidőn a pellikulából kiürítőrés és kiürítőcsatorna képződik.

Megkülönböztetünk helyhez nem kötött és helyhez rögzített szervet.

B) *Helyhez nem kötött kiválasztószerv belső hólyaghártya nélkül.* Az állati Véglények kiválasztószervecskéje a legalacsonyabbrendűekben s egyúttal a fajfejlődés kezdetén piciny entoplasmacsöpp, illetőleg entoplasmacsöppecskéék nagyobb száma, melyek a test hátsó végén kerülnek az áramló plasmába. Itt bennük azonnal kis odu fakad, mely egyrészt magától növekszik, másrészt a keringő plasmacsöppek érintkezése és egybeszaladása útján két, vagy több hólyag összeolvadásából gyarapszik. Ha az egyes hólyagok bizonyos nagyságot értek, többé másokkal nem egyesülnek, hanem kilépven a keringő plasmából, felragadnak a pellikulára (ectotaxis). A lüktetőhólyag a hártyán is tovább vándorol hátrafelé, azt szemölcsszerűen kiduzzasztja (papilla pulsatoria), solifikálással mintegy állábat fejleszt, s azon át kipattan. A tartalmát-vesztett kiválasztó plasmacsöpp az állat hátsó végéhez hátra-

kerülvén, újra az entoplasmába jut s ismételtén funkcionál. (Egyes csupasztestű Amoebák és csak kivételesen némely alsóbbrendű Ciliata mellékhólyagja, néha főhólyagja, Gelei: 1934/a.)

C) *Helyhez kötött kiválasztószerv.* Itt és ettől kezdve fölfelé mindvégig a kiválasztóplasma helyhez kötött és pedig rendszerint a test hátsó végén található.

a) Hólyaghártya nélkül.

1. Benne a legsóbb fokon egyetlen hártyanélküli odú képződik, mely növekvésével a kiválasztóplasmát lassanként hártyává feszíti (monocentrikus lüktetőhólyag képzés). A kiürülés a szomszédos pellikula elfolyósításával kapcsolatban történik. (*Amoebinák.*)

2. Mindjárt az *Amoebák*ban tapasztalható, hogy a kiválasztóplasmában egyszerre rendszerint több apró hólyag keletkezik, ezek hamarosan egy nagy saját-hártyanélküli lüktetőhólyaggá olvadnak össze. Ettől kezdve azonban már több új kis hólyag nem keletkezik, az öreg hólyag pedig a maga erején tovább nő. (*Amoebák* és számos kistestű *Tricho-* és *Hymenostomata.*) A veseplasma itt is csekély mennyiségű s az a növekvő hólyagon hártyává feszül ki (szakaszos polycentrikus képződés egyhólyagos végszakasszal).

3. A fejlődés folyamán a kiválasztóplasma nagyobb mennyiségűvé válik olyannyira, hogy az még a megtelt lüktetőhólyagot is vastagabb rétegben övezi s így ez esetben már azalatt, míg a főhólyag a maga erején tovább telik, új mellékhólyagok keletkeznek, de már csak a következő főhólyag számára. Az új hólyag tehát a már eleve kész odvaknak a lüktetés után azonnal bekövetkezett összefolyásából keletkezik s mi alatt maga saját erején tovább nő, a környező veseplasmakéregben megint új kis hólyagok keletkeznek, melyek közben kisebb-nagyobb számban néhány nagyobb mellékhólyaggá fakadnak össze (persistens polycentrikus hólyagképződés a szakaszosság teljes híjával, a főhólyag sohasincs magára: 23. á.). Akár a főhólyag,

akár a mellékhólyag növekszik, más hólyagok felhasználásával, az összeolvadás alkalmával az eltűnő mellékhólyag fala mindig beleszabódik a maradékba. Praeexistens hólyaghártya rendszerint nem képződik, de már lehetséges, hogy a fő lüktetőhólyagnak maradandó hártyája van. A kiválasztószervecskének ez a még hártyátlan fejlődésfoka van a Véglények világában a legjobban elterjedve, ez jellemzi a *Rhizopodák* és az alsóbbrendű *Ciliaták* túlnyomó és a magasabbrendűek nem csekély részét is.

b) Hólyaghártyával.

4. Ezen a fokon következik a praexistens hártyájú lüktetőhólyag. Ehhez rendszerint hártyátlan mellékhólyagok öve csatlakozik; egyes esetekben azonban, amint azt egyes *Lembadionokon* látjuk, a mellékhólyagok száma is szabott, hártyájuk állandó s nem össze-folyással, hanem lüktetéssel ürítenek a főhólyagba.

5. A kiválasztószerv legmagasabb fokán az állandó hártyájú lüktetőhólyaghoz állandó bélésű csatornák csatlakoznak. E csatornák **Haye** beosztása szerint két-félék: a) hosszantiak, b) sugárcsatornák.

5a) A hosszanti csatorna lehet α) egyes, vagy β) kettős. α_1 Ha a lüktetőhólyag hátul fekszik, mint ahogy ezt a *Spirostomumok* és a *Loxophyllumok* esetében látjuk, a hosszanti csatorna a testben előre és α_2 ha a hólyag éppen elül fekszik, mint a *Stentorinákban*, akkor a csatorna hátrafelé fut. β) Mellső-hátsó hosszanti csatornája van egyes *Hypotrichusok*nak. A hosszanti csatorna állandóan nyitott s a főhólyaggal szüntelen összeköttetésben van, úgy, hogy **Haye** megjegyzése szerint a főhólyag a hosszanti csatorna tágu-lata a *Spirostomumokban* és a *Hypotrichusokban*. A *Spirostomumokban* kiürítés alkalmával egyszerre ürül ki a főhólyag és a csatorna. Ilyenkor a főhólyag teljesen összeeshetik, a csatornában azonban esetleg folyadék marad vissza. (*Spirostomum ambiguum*.) A *Spirostomumok* esetében a kiürült főhólyagot a nyi-

tott csatorna tölti meg. A *Hypotrichák*ban, melyeknek lüktetőhólyagja középfekvésű, a hosszanti csatornák előbb ürítenek a főhólyagba s emez csak azután lüktet. A hosszanti csatornák nagytestű állatokon rendszerint semmi további tagolódást nem mutatnak. Rendszerint egyetlen kiürítő csatornácska tartozik hozzájuk.

5 b) A sugárcsatornák a lüktetve működő és praeexistens hártájú mellékólyagok kinövéséből keletkeztek. A *Paramecium*okban előbb a sugárcsatornák ürítenek a főhólyagba s emez csak kis késéssel lüktet. A *Paramecium*ok hosszanti csatornái hármas tagolódásúak: a hólyagra egy rövid kapocstag (fecskendőcső), azután ampulla és kifelé egy hosszú kiválasztócső (canalis excretorius) következik. A kiválasztócső spongyás veseplasmával van körülvéve.

6. Külön ki kell emelnünk a *Stentorok* és a *Lorophyllumok* hosszanti csatornás hólyagjait. Itt azzal a különös esettel állunk szemben, hogy a) a hosszanti csatorna állandó, a főhólyag azonban minden lüktetés után megszűnik s a csatorna új főhólyagot fűz le. b) Mellékólyagok a főhólyag körül nagy számban keletkezhetnek, melyek azzal a lüktetés előtt összeolvadnak. c) Mellékólyagok azonban a hosszanti csatorna mentén is fűződhetnek le, s ezek sohse vándorolnak a főhólyagba, hanem ott helyben ürítenek. d) Ezzel kapcsolatos az, hogy a csatorna mentén kisebb-nagyobb számban excretios pórusok lépnek fel. e) a főhólyag környékén több pórus van. — A *Stentorok* és *Lorophyllumok* esetét mint a nem állandó hólyaghártájú és az állandó falú csatorna keveredését, tehát mint átmeneti (progressiv, vagy regressiv?) típust foghatjuk föl.

D) 1. A lüktetőhólyag külön kiürítőcsatorna nélkül működik a *Rhizopodák*ban s a *Ciliáták* közül a *Stentorinák* és *Hypotrichák* csoportjában. Itt az ectoplasma mindenütt vékony s így a lüktetőhólyag közvetlenül érintkezhetik a pellikulával. A *Hypotri-*

chákban a pellikulán csukott, a *Stentorinák*ban nyitott rés van.

2. Már a legalsóbbrendű *Ciliaták*ban kiürítő csatorna (canalis efferens, tubus excretorius) vezet a lüktetőhólyagtól a szabad felületre: a kiürítő nyíláshoz (porus excretorius). A kiürítő nyílás rendszerint valamely csillósorba (meridianus excretorius) van beiktatva. A kivezetőcsatornás állatok ectoplasmája vastag s a lüktetőhólyag emiatt nem érintkezhetik közvetlenül a pellikulával.

3. A kiürítőcsatorna a pellikula betüremkedéséből keletkezett, azonban valószínűleg módosult természetű, nyitott cső. A csatorna feneke a hólyag felől vagy sípszópóka módra szűkre fogott rés (**Kahl**), vagy pedig harántul is pellikula zárja el, melynek csak a közepe van átlukasztva és a lüktetőhólyag falának protoplasmás hártájával lezárva.

4. Egyes *Entodiniomorpha*-fajokban cloaca képződik, amennyiben a lüktetőhólyag kiürítőcsatornája és az alrész (cytopyge) a testfelület közös csőszerű betüremkedésébe torkollik.

5. A *Peritricháknak* a vestibulumba torkolló kivezetőcsatornája puha, kocsonyás hártájával van bélelve, mely minden lüktetés után összeesik. Viselkedése tehát teljesen megegyezik a *Parameciumok* sugárcsatornáinak kapocstagjájával, mely szintén minden ampulláris ürítés után összetapad.

E) 1. A pellikula differenciálódása szempontjából megkülönböztetünk át nem likasztott, inperforata és állandó pórusú, perforata csoportot. Inperforaták a *Rhizopodák*, különösen pedig az áramló hólyagokkal felszereltek. Perforaták pedig általában a *Ciliata*-csoport, ahol a pórust a pellikulának gyűrűs megvastagodása jelzi. Nincs nyitott pórusa a *Peritricha*-csoportnak sem, mert itt a cytopharynx garatrészébe torkollik a hosszú és csukott kivezető cső; ezt a garatot pedig nyitott excretiós csővel el sem képzelhetnők.

Inperforaták a *Hypotracha*-csoport is; itt a pórus helyét egy a pellikulának csukott hosszanti rése jelzi. — Különös esetet képviselnek a *Stentorok*, ahol a pellikulán egy elliptikus rés van, melyhez nem járul cső, hanem az ectoplasma szemcsétlen udvara közvetlen csatlakozik a réshez. Ürítéskor a rés feltűnően tágul, amiből világos, hogy a rést nem övezi pellikuláris gyűrű.

2. A pórusok száma lehet egy, vagy több. Elterjedtebb az egypórusú állapot. Nagy hólyagokhoz rendszerint több pórus tartozik. A pórusok, illetőleg a kiürítő csatornák nagy számát az magyarázza meg, hogy az elzárást csakis protoplasmahártyával végzi az állat, tág csatornát pedig protoplasmával nem lehet elzárni s így nagy hólyagokra nem képes a kiürítés szükségének megfelelő tág csatornát építeni, hanem itt a kiürítést a csatornák, illetőleg a pórusok számának növelésével oldja meg az állat. A csatornáknak e protoplasmatikus zárószeleptől befolyásolt kis méretével tudjuk megmagyarázni azt a különös jelenséget is, hogy a csatornák soha el nem ágaznak, hanem minden pórushoz egy csatorna tartozik.

F) A kiválasztóplasma a környezetnél erősebb fénytörésű, attól élesen el nem különödő, homogénnek látszó képződmény, amelyben azonban finom lipoid szemcsézet található. A sugárcsatornák a magasabbrendű lényekben differenciálódott veseplasmával vannak körülvéve. Ebben megkülönböztetünk egy osmiummal jobban színezhető spongyás elrendezésű részt, az ú. n. spongiomát, az üregeket kitöltő protoplasmatikus résztől. A jövő kutatások feladata, hogy ennek a kétféle kiválasztóplasmának: az alsóbbrendűek homogén és a magasabbrendűek spongyásan kikülönült elemének az elterjedését kiderítse.

G) 1. A Vég-lények világát nagy általánosságban a test hátsó végén fekvő egyetlen lüktetőhólyag jellemzi, melynek kivezető csatornája terminális fekvésű.

2. *Sessilis*, vagy csőlakó állatokban azonban a test mellső felére, vagy éppen a mellső végére kerül a lüktetőhólyag, a *Peritrichák*ban meg egyenest a szájrés mögötti vestibulumba torkollik. (Hasonlóság a *sessilis Bryozonok* ectoprocta és endoprocta csoportjához.)

3. Csúszkáló tigmotacticus *Ciliáták* lüktetőhólyagjai rendszerint a külső testoldalon találhatók, így a hasukon járó *Hypotrichusok* tisztán a hátukon nyíló lüktetőhólyaggal, a jobb oldalukon csúszó *Lyonotusok* baloldalukon levő hólyaggal vannak ellátva.

4. A planktontikus lényekben igen gyakran kerül a lüktetőhólyag a hátoldalra és pedig a forgásból származó dinamikai okok alapján.

5. Több, vagy számos lüktetőhólyaggal inkább a nagytestű lényekben találkozunk. A nagytestűség azonban nem jelenti föltétlenül azt, hogy az illető állatban egyúttal sok lüktetőhólyag is legyen. Nagyobb számú lüktetőhólyag esetén is megtörténhetik az, hogy ezek a hátsó testfélben vannak eloszolva (*Prorodonok*), viszont itt már igen gyakori az, hogy a sok hólyag egyenletesen van elhintve a testben. A *Dileptusok*-ban egyenest praestomalisan is találunk hólyagot.

H) A *Ciliáták Holotricha*-csoportjában a lüktetőhólyag rendszerint egy különleges csillómeridiánushoz van kötve, ezt mint excretiós meridiánust különböztettem meg. Oszláskor az új lüktetőhólyag mindig ugyanazon csillósorban képződik olyképpen, hogy a pellikula csővé türemkedik be. A benövő cső a fenékén felszívódván, a környező plasmával belső érintkezésbe jut, s azt a kiválasztás érdekében megszervezi. A *Spiro-* és *Peritricha*-csoportban a pórus excretoriusnak a csillókhoz való viszonya nem állapítható meg.

I) 1. A kiválasztószerv feladata. a) A Véglényszervezet víztelenítése, illetőleg osmotikus nyomásának, duzmadtságának szabályozása (osmoregulator szerep), b) a gyüledékek eltávolítása és c) közben a vízforgalom révén a légzés elősegítése. Két utóbbi feladatá-

ról igen keveset tudunk, mindössze **Griffith** mutatott ki eleddig huygysavat (acid. uricum) a lüktetőhólyagban.

2. Osmoregulator szerepre vall:

a) főként az, hogy édesvízi — tehát hypertonikus — lényekben fejlődik ki. Itt ugyanis, mivel az édesvíz sötöménysége kisebb, mint a plasmanedvek szabad ion-tartalma, a test félig áteresztő pellikuláján az osmosis törvényei alapján diffúzió indul a környezetből a testbe.

b) Működése szabályozottan ütemes lüktető, melynek révén az állandó elárasztás alatt álló testet állandó ütemben vízteleníti.

c) Ugyanazon lény hólyagjának lüktetésüteme azonos belső állapotok mellett a környezethez való viszonyában egyenesen arányos:

α a környező víz higulásával,

β hőmérsékletével,

γ oxigéntartalmával,

δ savanyúságának, vagy lúgosságának süllyedésével, vagyis a neutrális ponthoz való közeledésével.

d) A környezetnek azonos állapota (sótartalmának, hőmérsékletének, oxigéntartalmának és vegyi reakciójának változatlansága) közben egyazon élőlény hólyagjának lüktetése belső állapotváltozásoktól is befolyásolódik és pedig főként azoktól, melyek vagy

α) a plasma, különösen pedig az entoplasma só-, illetőleg ion-koncentrációját, vagy

β) a pellikula áteresztő képességét változtatják meg.

α Sókoncentráció-növekvést: anatonosist idéznek elő:

α_1 a mozgás gyorsulása, különösen pedig a sessilis lényeknek mozgó állapotba való áttérése,

α_2 a táplálkozás megélénkülése, különösen ragadozó és szívó állatok esetén

α_3 a rajzóképzés,

α_4 az oszlás.

Sókoncentráció-csökkenést idéz elő:

α_5 a párosodás, valószínűleg amiatt is, mert itt α_2 negatív állapotával van dolgunk.

β A pellikula megpuhulását, porosításának növelését idézi elő az oszlás s emiatt az oszláskor amúgy is fellépő anatonosis következményeit a megpuhult hártya még jobban fokozza és így a lüktetés gyakorisága fölötte fokozódik.

e) Egyazon állatnak több hólyagja esetén változik a lüktetés a hólyagok fekvése szerint. Fortner a *Paramecium caudatum* pharyngeális hólyagján gyorsabb, a mag melletti hólyagján lassúbb lüktetést észlelt. Ugyanezt magam is észleltem a *Paramecium bursarián*, az *Arcellán* és a *Prodiscophrya Cillininak* mind sessilis-, mind pedig rajzó-alakján. Ebből nyilvánvaló, hogy a lüktetőhólyag különösen a protoplasmát és nem a magot szolgálja.

f) Az élőlény belső azonos állapota és a környezet azonos ion-concentrációja közepette is változik a lüktetés, ha a környezet sóösszetételét csakis qualitative változtatjuk meg. Azonos osmotikus nyomású (ion-concentrációjú) sók közül a kis vegyértékűek lüktetésgyorsítólag (pellikula-puhítás) és a két vagy több vegyértékűek lüktetéslassítólag (pellikula-tömítés) hatnak.

g) Különleges helye van az alkoholnak, mely a pellikula áteresztő képességét fokozza, a lüktetést azonban lassítja és így kettős alapon sietteti a Vég-lény pusztulását.

J) Dolgozatom 48—50. oldalán több Vég-lény lüktetésgyakorisága van szobahőmérsékleten feltüntetve. Ezeket az adatokat, ha azok teljesen azonos környezeti állapotokra vonatkoznának, jöllehet I. fejezet alatt az individuális változásnak igen nagy tágasságát állapítottuk meg, fel lehetne használni faji bélyegekként. Sajnos azonban, a Vég-lények egész világa nem kedveli az azonos körülményeket; az egyik hideget, a

másik meleget, az egyik sok, a másik kevés oxygent, az egyik lúgos, a másik közömbös, vagy éppen savanyú közeget, az egyik híg, a másik tömény sóoldatot kedvel s így a lüktetésgyakoriság csakis ebben a viszonylagosságban állapítható meg és ennek a viszonylagosságnak feltüntetésével érvényes. De így is az adatok összevetéséből sok olyan törvényszerűség olvasható ki, mely egyúttal új fényt vet az I. fejezet több pontjára:

1. Alsóbbrendű állatok lüktetése lassúbb mint a magasabb rendűeké. Ez alól ezer kivétel van és általában csak arra az esetre illik, ha az illető alsóbbrendű állatnak protoplasmája lassabban áramlik, mint a magasabb rendűé, vagyis ha a magasabbrendűség egyúttal a szélsőséget is jelenti.

2. A lüktetés egyenesen arányos az entoplasma áramának gyorsaságával. Különösen azonos testméretű *Amoebákon* láthatjuk, hogy a lassan haladó faj nagy időközökben, a gyorsan haladó (erős entoplasmaáramú) gyorsan lüktet. Magasabbrendű *Ciliatákban* is azt látjuk, hogy az entoplasma áramainak lassúsága a lüktetés lassúságát vonja maga után.

3. Kis termetű lények általában gyorsabban lüktetnek, noha hólyagjuk relative nagyobb, mint a nagytestűeké. Ha tehát egy szűkebb rendszertani csoportban a származástaniilag alsóbbrendű lény a szokásnak megfelelően kisebb a magasabbrendűnél, akkor az I. 1. ponttal ellentétben itt a magasabbrendűség a lassúbb lüktetéshez vezet. A lüktetésnek a testmérettől való függése voltaképpen a diffúziós felület relatív nagyságának a lüktetéssel való összefüggését jelenti s ebből a szempontból úgy fogalmazhatjuk e tételünket, hogy mentül nagyobb a relatív diffúziós felület (vagyis mentül kisebb az állat), annál erősebb egyébként azonos körülmények között a lüktetés.

4. A lüktetésnek a fölületről való függése abban is kifejeződik, hogy sima testű és a gömb, vagy a

rövid tojás idomtól alig eltérő alakú lények lassabban lüktetnek, mint a megnyult vagy a redős felületű állatok.

5. Tömör, vastag és fénylő pellikulájú állatok lassabban lüktetnek, mint a vékony, puha pellikulájúak. V. ö. a vastag pellikulás *Entodiniomorphákat* és *Euploteseket* a többi vékony pellikulással, különösen az *Euploteseket* a többi vékony pellikulás *Hypotrichusokkal*.

6. Az *I/2* alatt felállított tételt azzal kell kiegészítenem, hogy az áramló entoplasmának az egész testhez viszonyított relatív mennyisége is igen fontos olykép, hogy mentül kisebb tömegű relative az entoplasma, vagyis viszonylag mentül vastagabb az ectoplasma, annál kevesebb dolga van a lüktetőhólyagnak. A nagyméretű, de a lüktetőhólyag munkája szempontjából veszedelmesen lapostestű *Lionotusok* azzal mentesítik a hólyagjukat, hogy a test mellső felét elkocsonyasítják, mert a kocsonyának vízzel való elárasztása korlátolt.

K) Az *I* és a *J* fejezetben összefoglaltakból azt a legfőbb általános tételt vonhatjuk le, hogy a vízzel való elárasztódásnak helye főként az entoplasma, s a Véglénynek osmoregulatorra főként a sol állapotú entoplasma miatt van szüksége s így a lüktetőhólyag mind genetikailag, mind pedig causálisan az entoplasmának különleges szerve. A hólyag munkáján a szervezet azáltal könnyít s egyben egyszerű fejlettségi fokán úgy tartja meg, ha az entoplasma viscositását mentül nagyobbá teheti, illetve attól mentül többet ectoplasmásít és egyben mentül szorosabb pellikulával veszi a testet körül. Ha pedig valamely okból arra van kényszerítve a Véglény, hogy lüktetőhólyagjának munkáját teljesen megszüntesse és ez bekövetkezik a cysta állapotban, akkor entoplasmáját egyrészt teljesen gelifikálja s ráadásul a testet vízáthatlan vastag cuticulával, a cystaburokkal veszi körül, mely maga

sem más, mint tömör kocsonya. Viszont az eleven életet élő lény vastag pellikulája, miként azt az *Euplotese*-ken és az *Entodiniomorphá*-kon látjuk, arra is jó, hogy azon a védelem és a mozgás érdekében, gazdag tagoldások fejlődhessenek ki. Ha pedig az élőlény nem képes a lüktetőhólyagját tehermentesíteni, hanem minden érdeke az entoplasmának eleven áramlásbantarását kívánja, akkor meg — amint azt a *Parameciumok* esete igazolja — magát a kiválasztó szervet teszi sugárcsatornaképzéssel tökéletessé.

A másik tételünk, amit az *I)* és *J)* fejezetekből következtethetünk az, hogy noha a lüktetőhólyag egyetlen testrésznek: az entoplasmának a szerve, működése, mérete és tökéletessége igen bonyolult feltételektől függ. Amennyiben e feltételek összességéből a fajlagosakat el tudjuk különíteni és azok állandó hatását biztosítani is tudjuk, annyiban képesek vagyunk azt a szervet faji bélyegeinek megadásához felhasználni.

L) A lüktetés mechanizmusa.

1. Ez a főhólyagot illetően egyrészt a hólyagfalban van adva azáltal, hogy az a megtelés végén el-kocsonyásodik (**Taylor** elve), miközben mozgó vizét veszti (kötött vagy fagyott víz elmélete, **Gelei**) és benne feszültség lép fel, egyúttal pedig környezetétől legömbölyödéssel vagy a csatornaszájadékok elzárásával teljesen önállósítja magát, másrészt felfogásom szerint, feszültség keletkezik az osmotikus nyomás révén az egész testben is, mely a hólyag saját feszültségéhez hozzájárulván, azt a legkisebb ellenállás pontján, a pórus excretoriuson kipattanásra segíti. A kiürítés alatt a test feszültsége csökken, a kiürülés mértéke szerint a hólyag feszültsége pedig teljesen elvész, mert fala a systole végén sol-állapotba tér át. A megtelő hólyag falában a sol-állapot miatt nincs feszültség, ezért a főhólyag megtelése közben mellékhólyagok felvételére képes, vagy a sugárcsatornákkal összefüggésben van.

2. A mellékhólyagok egybeolvadása a diastole alatt vagy a főhólyagba való beolvadásuk ismert jelenség. Az összeolvadás lehetőségét biztosítja a kiválasztó plasma sol-állapota, a jelenség okát azonban nem tudjuk megmagyarázni. A sugárcsatornák lüktetésszerűleg ürítik tartalmukat a kiürült főhólyagba úgy, hogy a főhólyag systoléja és a sugárcsatornák systoléja váltakozik, ennek megfelelően természetesen a megtelés is. A sugárcsatornák a maguk kiürülése után rövid ideig még összeköttetésben maradnak a főhólyaggal. A *Spirostomum* főhólyagja a kiürülés alatt is összefügg a hosszanti csatornával, holott a *Loxophyllum* és a *Stentor* főhólyagja mindig lefűződik a hosszanti csatornáról.

3. A sugárcsatornákat állandósult mellékhólyagokból származtathatjuk le.

M) A kiválasztó szerv a föntiek szerint működésbeli összhangot tart fenn közvetlenül az entoplaszmával, de ezen át az egész testtel is, főként pedig a pellikula esetleges állapotváltozásaival. Különleges összhangba lép a környékbeli csillókkal, mert ezek a hólyag minden kiürülésekor mozgásba jönnek. Ennek az összhangnak morfológiai útja a neuronema-rendszer, melybe a pórus excretorius szorosan be van kapcsolva.

D) Das Excretionsorgan der Protozoen, morphologisch, entwicklungsge- schichtlich und physiologisch betrachtet.

Eine diffuse Excretion wird sowohl durch die Pellicula, als selbst durch das Entoplasma geleistet, indem durch die erstere die Brennstoffe des Organismus von kleinerer molekularen Grösse nach auswärts diffundieren und im Entoplasma Excretstoffe (Calciumphosphat von **Schewiakoff**) in Kristallform ausgeschieden werden. An den beiden Stellen kann jedoch nicht alles, und besonders nicht das schädliche Wasser entfernt werden; aus diesem Grunde war ein Excretionsorgan für die Protisten unvermeidlich nötig.

I. Bei der Methodik wurde berücksichtigt, dass Oxygenarmut Verlangsamung der excretorischen Function hervorruft, daher wurde Lebendbeobachtung in einer Mikrokamera, oder im freiem Wasser in einer Embryoschale durchgeführt. Zur Osmierung des Excretionsplasmas wurde das Verfahren von **Kolacsev** (nach Nassanows Vorschlag) und mein Silberosmiumformol (1928), weiterhin meine Sublimat—Ascorbinsäure—Silbermethode (1933 d.) verwendet. Bei der Untersuchung der Pori excretorii und der Excretionscanäle bediente man sich der nassen Sublimat—Silbermethode von **Gelei—Horváth** (1934 b).

II. Bau und Lage des Organs. a) Im einfachsten Falle finden wir bei den Amöben im Entoplasma einen

circulierenden Plasmotropfen, der in keiner Hinsicht weiter organisiert ist; er besitzt bloss zwei Eigenschaften: er kann in seinem Centrum eine Wasserblase zustandebringen und dieselbe durch das Ectoplasma und die Pellicula entleeren. In Abb. 1. sehen wir solche circulierende und an die Pellicula angehefteten Blasen. Demgegenüber sehen wir schon bei niederen Ciliaten einen beständigen Porus excretorius, einen beständigen kurzen Entleerungskanal und die Pulsationsblase mit dem dünnen Plasmamantel.

b) Die Lage des Organs im Organismus wird einerseits dadurch bestimmt, dass dasselbe Infolge der Excretion an das Entoplasma, infolge der Entleerung an die Pellicula gebunden ist. Sein Verhältnis zur Pellicula kann in seltenen Fällen unbeständig (Abb. 1.), aber gewöhnlich und schon von den Rhizopoden an (Abb. 2—5) beständig sein. Bei den Ciliaten können wir um den Porus excretorius einen pellicularen Ring und um den Entleerungskanal ein pelliculäres Röhrchen wahrnehmen. Am Grunde des Röhrchens fehlt die Pellicula, sie ist hier durchbohrt und bloss durch das Protoplasimahäutchen der Excretionsblase verschlossen. In mehreren grossen Gruppen der Ciliaten ist das Excretionsorgan am hinteren Körperpol gelagert, so fast bei den meisten *Prostomata* (siehe hierfür Abb. 6 und 7), und da das Organ bei den einfachsten *Prostomata*, nämlich bei den *Holophryiden* hinten liegt, können wir wohl annehmen, dass seine ursprüngliche Lage die hintere war. Diese haben die meisten *Pleurostomata* und auch viele *Spirotricha* und die primitiven *Tricho-* und *Hymenostomata* bewahrt. Ventral aber liegt das Organ bei den *Hypostomata* (Abb. 8), doch meist dorsal bei sehr vielen *Tricho-* und *Hymenostomata* (Abb. 9). Es mündet immer dorsal bei den *Hypotrichen* und sogar schon bei manchen *Thecamoeben* (Abb. 10). Nach vorne gelagert ist es bei den *Olygotrichen*, *Stentoridae* (Abb. 15) und *Peritricha*.

(Abb. 16—17) und bei den Röhren bewohnenden *Mycterothrix*-Arten (Abb. 14). Bei kriechenden Tieren liegt es meist an der Aussenseite z. B. bei *Lionotus* links (Abb. 11).

In all diesen Fällen erkennen wir die Wirkung der nächsten Umgebung, nämlich die der Unterlage und der Röhre, welche sich das Tier als Wohnung baut. All diese Fälle haben ihre Analogie in den gehäusebauenden Bryozoen, die ebenfalls mit einem nach vorne gelagerten Proctodäum ausgestattet sind.

Näher betrachtet ist das Excretionsorgan bzw. seine Mündugstelle an einen gewissen Meridian (Zilienreihe) gebunden d. i. der Excretionsmeridian, in welchem der Porus bei jeder Teilung neugebildet wird. Auch die endständigen Excretionsblasen werden bei der Teilung immer an gewissen Meridianen neugebildet, so dass sie trotz ihrer terminalen Lage doch einem gegebenen Meridian angehören.

III. Die Zahl und das Ausmass der Pulsationsblasen. Gewöhnlich tritt eine Blase auf und da dies besonders bei den primitiven Formen der Fall ist, so wird der Urzustand einblasig gewesen sein. Einblasig sind die meisten *Holotrichen* (*Prostomata*, *Nassula*), die *Hypotrichen* und *Peritrichen*. Zweiblasig: *Paramecien*, *Frontonia*, *Ophryoglena*. Mit vielen Blasen sind viele *Rhizopoda*, manche *Pseudoprorodon*-, *Prorodon*- und *Spathidium*-, viele *Pleurostomata* (s. in Abb. 9 ein *Bryophyllum*) und *Hypostomata*-Arten versehen.

Im allgemeinen können wir sagen, dass kleine Wesen mit einer, grosse mit mehreren Blasen ausgestattet sind. (Es gibt viele Ausnahmen!) Die Zahl der Blasen im Falle, wenn deren viele vorhanden sind, ist sehr variabel. Auf den Übergang zwischen Ein- und Vielblasigkeit deuten Fälle, wo abwechselnd eine Blase oder mehrere derselben arbeiten. Bei *Lagy-*

nus sphärichus sp. n. habe ich beobachtet, dass an dem mit vielen Excretionsporen versehenen Tier in manchen Fällen auch die Nebenblasen pulsieren können. Bei *Loxophyllum* und bei *Stentor* können auch entlang des Längskanals Blasen auftreten, die dort pulsieren. Da besonders bei *Loxophyllum* (s. Abb. 20) der Längskanal mit vielen Poren versehen ist und die zugehörigen Blasen normalerweise fehlen, liegt hier der Fall einer Blasenreduction vor.

Grosse Tierarten besitzen in absolutem Mass grosse Blasen, relativ ist aber ein kleines Tier immer mit grösseren Blasen ausgezeichnet als die grossen Tiere. Im allgemeinen ist unter gleichen Bedingungen die Blase einer gegebenen Species gleich gross. Ausnahmen fand ich bloss bei *Sphaerophrya parva*, wo laut Abb. 18 die Blase bei den grossen Tieren $1/6$, bei den kleinen hingegen $1/16$ der Körpergrösse ausmachte.

IV. Zahl und Bau der Excretionsporen. Gewöhnlich tritt am Körper über jeder Pulsationsvacuole (besonders wenn viele von diesen erscheinen) je ein Porus excretorius auf. Doch variiert die Zahl der Pori in der Protistenwelt zwischen 1 und 10 und innerhalb gewisser Arten zwischen 1—4. Zu den kleinen Blasen gehört gewöhnlich je ein Porus, bloss die grösseren Pulsationsblasen sind mit mehreren Öffnungen versehen. Doch hängt viel auch von der Pulsationsfrequenz ab; *Spirostomum* ist z. B. an seiner Riesenblase bloss mit einer einzigen endständigen Öffnung versehen, wogegen *Clathrostoma* an 5 Poren ihre kleine Blase entleert; dementsprechend pulsiert *Spirostomum* äusserst langsam, wogegen *Clathrostoma* sehr rege arbeitet. Im Falle von mehreren Blasen finden wir bei einigen *Lionotus*-Arten je 2 Pori, bei *Pseudoprorodon vesiculatus* fand Kahl je 4 und ich bei *Bryophyllum carinatum* über der hinteren Blase bis zu 8 Poren (s. Abb. 16).

Wir unterscheiden zwischen Imperforata und Perforata bezüglich der Existenz einer ständigen Excretionsöffnung an der Pellicula. Imperforata sind die Rhizopoden und Perforata die Ciliaten. Unter den Ciliaten finden wir an den *Hypo-* und *Peritrichen* keine ständige Öffnung, doch sind diese bloss Pseudoimperforata, da sich die Öffnung bei ersteren an einer Linie schliesst und öffnet, bei den Peritrichen dagegen an einem Punkt. Einen besonderen Platz nehmen die *Stentoren* ein, wo eine elliptische Öffnung an der Pellicula vorhanden ist, der sich aber hier kein Rohr anschliesst. Dem Porus Excretorius gehört im Allgemeinen ein pelliculärer Ring, der bei allen Pseudoimperforata und auch bei der Gruppe der *Stentoridae* fehlt. Der Porus ist eng, steht gewöhnlich um ein Mikron, und daher werden bei den Grossen bzw. schnell Pulsierenden deren viele benötigt.

V. Der Excretionskanal. Man kann diesen Organanteil an nass hergestellten Silberpraeparaten vorzüglich studieren. Er fehlt bei den Rhizopoden und unter der Ciliaten bei den Gattungen *Stentor* und *Blepharisma* sowie bei der Unterordnung *Hypotricha*. Auch bei den *Peritrichen* kommt kein offener Kanal vor, doch ist ein Strang hier vorgebildet, welcher bei jeder Pulsation zu einem Kanal erweitert wird. Der Kanal ist sonst offen, und entsteht als eine Einstülpung der Pellicula. Er ist kurz; seine Länge ist gewöhnlich durch die Dicke des Ectoplasmas bestimmt. Mit einem auffallend langen Kanal sind die *Lembadion-* (s. Abb. 21) und *Discophrya*-Arten, weiterhin *Rhynchophrya purpans* versehen. Der Kanal ist gerade und steht meist senkrecht zur Oberfläche, zugleich radial zur Pulsationsblase. Einen krummen Kanal fand **Kahl** bei *Loxocephalus colpidiopsis* **Kahl** und ein schief nach hinten gerichteter, excentrisch gelagerter Kanal ist für das Genus *Nassula* bezeichnend. Der Kanal ist

oft doppelwandig (s. Abb. 22). Er hat an seinem Grunde einen inneren engen Porus, wo die Pellicula fehlt. Der innere Porus, der selbst an einer kleinen Papille sitzen kann, hat einen membranösen plasmatischen Verschluss, der zur Blase gehört. Diese plasmatische Kappe erklärt, warum der Entleerungskanal eng ist und warum viele Kanäle auftreten, wenn eine grosse Blase schnell entleert werden soll. Mit einem weichen Plasma kann nämlich kein weiter Kanal verschlossen werden.

VI. Die Wand der Pulsationsblase. Eine echte und eigene Wand der Blase ist schwer zu unterscheiden. Sie fehlt bei Rhizopoden, bei niederen Ciliaten (*Holotricha*: *Lagynus*, *Spathidium*, *Didinium*) und unter den höheren bei *Blepharisma* (*Spirotricha*). Auch bei *Stentor* und *Loxophyllum* wird nach jeder Pulsation die alte Blase vernichtet, die neue entsteht doch aus einer vorgebildeten Wand, indem dieselbe vom Längskanal abgeschnürt wird. Einen sicher persistente Blasenwand besitzt vor allen *Spirostomum*, weiters *Lembadion*, *Paramecium*, *Urocentrum* und *Frontonia*. Auch die Längs- und Radialkanäle sind mit vorgebildeten Membranen versehen.

VII. Das Excretionsplasma. Es gibt überall ein morphologisch amorphes, physiologisch aber wohl differenziertes Excretionsplasma. Es ist gegen die Umgebung nie scharf begrenzt. Quantitativ erscheint dasselbe bei den niederen Tieren in einer relativ kleinen Menge, die während der Diastole bloss als eine dünne Membran die Blase umgibt und daher darin erst nach Systole neue Blasen gebildet werden können; bei den höheren Organismen tritt es dagegen in einer relativ grossen Menge auf, die auch während der Diastole als ein breiter Saum des Organs bereits neue kleine Nebenblasen enthält. Das geringe Excretionsplasma der

niederen Tiere arbeitet bloss abschnittsweise, dagegen die grosse Menge der höheren Tiere fortdauernd. In manchen Amöben tritt im Nephridialplasma eine auch im Lebensichtbare Körnelung auf, sonst ist es aber strukturlos. Das Excretionsplasma ist osmiophil, infolge einer feinen lipoiden Körnelung. Dadurch ist aber auch die Innenmembran der Blase ausgezeichnet. Die osmiophile Substanz ist bei den meisten Tieren homogen im Excretionsplasma verteilt, bei *Paramecium*, *Frontonia* und *Urocentrum* verteilt es sich aber in Form eines Spongiums so, dass die Waben dieses Spongiums mit einem anderen Plasma erfüllt sind. Das Spongium kann ontogenetisch von der Wand der Excretionskanäle abgeleitet werden.

VIII. Der Betrieb des Excretionsorgans. Man unterscheidet in der Function drei Abschnitte: 1. Die Aufnahme der Ausscheidungsstoffe in das Excretionsplasma, 2. die Abscheidung derselben in die Pulsationsblase hinein, und 3. die Entleerung der Blase nach aussen. Die beiden ersteren, wohl chemischen Vorgänge, sind so gut wie unbekannt, wir kennen nur die äusseren Factoren, die auf die Reaktionsgeschwindigkeit dieser Vorgänge eine Wirkung ausüben. Viel mehr bekannt sind die mehr physikalischen Erscheinungen der Pulsation. Hier unterscheidet man schon von lange her einen Entleerungs- (Systole) und einen Anfüllungsact. Der erste ist kurz, der letzte lang. Bei Tieren mit Radialkanälen geht das Anfüllen zuerst schnell, (Pulsation der Radialkanäle) und dann eine Weile weiter langsamer.

IX. Die Frequenz der Pulsation. Seite 48—50 ist eine Liste angegeben, wo für einige Tiere die Pulsationsfrequenz in Secunden angegeben ist. Die Ziffern direct nach den Speziesnamen bezeichnen die Pori excretorii.

X. Die Pulsationsfrequenz als ein Artcharacteristicum. Die Pulsation der Blase bei der Süsswasserfauna variiert zwischen 2—600 Secunden, ist aber durchschnittlich weniger als 60 Secunden. Daher geht der Forscher richtig vor, wenn er mindestens drei Angaben, nämlich die Frequenz, den Diameter der Blase und die Temperatur unter die Artcharacteristica aufzeichnet. Mann muss aber sehr vorsichtig bei der Verwertung der Frequenz vorgehen da, wie es aus den nächsten Abschnitten folgt, innere und äussere Factoren sehr stark, sowohl die Frequenz der Pulsation, als selbst die Grösse der Blase beeinflussen. Es gibt im allgemeinen stenopulsative und euryopulsative Lebewesen. Die besten Beispiele für die Stenopulsativen sind die verschiedenen *Euplotes*-Arten, die sich im allgemeinen alle 30 Secunden entleeren. Euryopulsativ sind dagegen die Arten des Genus *Prodisco-phrya*. Langsam pulsieren die *Rhizopoden*, weiterhin die *Acinetarien* und besonders die Entoparasiten bzw. Entocommensalen wie die *Entodiniomorpha*. Auch die Raubinfusorien entleeren langsamer als die Strudler. Weiterhin können wir im allgemeinen sagen, dass die Planktonter schneller arbeiten, als die thigmotaktisch lebenden Benthaler.

Die Variabilität in der Pulsation der Arten hängt mit der veränderlichen Körpergrösse, mit der Dichte der Pellicula, mit der inneren und äusseren Ionenconcentration und der Lebensweise eng zusammen.

XI. Die oikologischen Beziehungen der Pulsationsblase. Ich halte mit Nassonow für möglich, dass das Excretionsorgan eigentlich drei Aufgaben erfüllt, es dient nämlich einerseits als Osmoregulator, anderseits als Ausscheidungsorgan der Verbrennungsstoffe und drittens vermittels der Regulierung des Wasserverkehrs auch als Atmungsorgan beim Ausatmen.

Zuerst hat **Hartog** (1888) darauf hingewiesen, dass für die Süsswasserprotozoen die Pellicula als eine semi-permeable Membran funktioniert, die Diffusion zwischen dem hypertonen Lebewesen und dem verdünnten Süsswasser auf Grund der Gesetze der Osmose ermöglicht.

Die Rolle eines Osmoregulators wird erwiesen:

1. Die Veränderung der Ionenconcentration um ein gegebenes einziges Exemplar ruft eine Veränderung in der Pulsationsfrequenz vor (**Degen, Stempell, Herfs, Zuelzell**). Wie jeder Mensch sich darüber leicht unter dem Mikroskop überzeugen kann, wenn er das Kulturwasser der Tiere eindichten lässt, die Blase arbeitet während dessen fortdauernd langsamer.

2. Verminderung des umgebenden Oxygens ruft eine Verlangsamung der Pulsationsfrequenz hervor; es liegen keine näheren Angaben vor, ob durch direkte Wirkung oder durch Katatonose des Protoplasmas.

3. Nach **Stempells** Untersuchungen sinkt die Pulsationsfrequenz bei gleicher Ionenconcentration gemäss der Hofmeisterschen Ionenreihe. **Fortner** hat mit Morphin und **Wense** mit Adrenalin eine Frequenzerniedrigung erreicht. **Torrey, Riddle et Brodie** haben mit Thyroidin und Thyroxin eine Frequenzsteigerung erreicht. Nach meiner Erfahrung wirken Alkohol und die zwei- bis mehrwertigen Metallionen auch in äusserst dünnen Concentrationen frequenzerniedrigend (**Gelei** 1935).

4. Bei sonst gleicher Ionenconcentration beeinflusst auch die Veränderung der Hydrogenionconcentration die Pulsationsfrequenz.

5. Die Wirkung der Temperaturveränderungen wurde von mehreren Forschern festgestellt. Ich habe dieselbe an *Arcella discoides* nachgeprüft und an einem Tier, das bei 22 C° mit 21,4 Secunden Frequenz arbeitete, festgestellt, dass die Pulsation bei 9 C° auf 47, bei 6 C° auf 300 und bei 3 C° auf 540 Secunden Frequenz sank.

XII. Die individuelle Variabilität der Pulsation. Hier können wir innerhalb einer Art bloss Exemplare in gleichem physiologischen Zustand (von gleichem Alter oder in gleichem Geschlechtzustand) berücksichtigen. In einer und derselben Parameciumzucht bei gleich grossen Tieren fand ich für die erste Blase eine Variabilität zwischen 5—13 und für die hintere eine solche zwischen 5—12,5 Secunden Frequenz. Bei *Glaucoma scintillans* pulsierte gleich nach der Teilung das hintere Tier schneller als das vordere. Bei Untersuchung der Copulanten verschiedener Tiere stellte sich heraus, dass das kleinere und rege Männchen während der Copulation viel schneller pulsiert als das grosse trägere Weibchen.

XIII. Die Variabilität der Pulsation innerhalb des Lebenscyclus eines einziegen Lebewesens. Es konnte festgestellt werden, dass physiologische Veränderungen, die z. B. a) mit der Ernährung, b) mit der Bildung des Schwärmers, c) mit der Teilung, d) mit der Conjugation und e) mit der Bewegung in Zusammenhang stehen, ebenfalls Veränderungen in der Pulsationsfrequenz hervorrufen. **Pestel** fand bei *Dendrocometes* eine Beschleunigung während des Saugaktes, das gleiche hat **Kormos** bei *Prodiscophrya collini* festgestellt (mündliche Angabe). Ebenfalls **Pestel** beobachtete, dass während der Schwärmerbildung die Pulsationsfrequenz 6 bis 8-mal vergrössert wurde. **Kormos** fand bei der Schwärmerbildung der *Prodiscophrya*, dass das junge Tier während und nach der Ausstülpung eine starke Erhöhung der Pulsationsfrequenz zeigte (mündliche Angabe). Ich habe bei *Vorticella campanula* während der künstlichen Schwärmerbildung bei Oxygenarmut eine Beschleunigung der Pulsation beobachtet.

c) Während der Teilung tritt gewöhnlich eine Erhöhung der Pulsationsfrequenz auf, obwohl die Blasen

innerhalb des Muttertieres mit einer aufs doppelte erhöhten Zahl arbeiten; beobachtet an *Pleuronema coronata*, *Colpidium campylum*, *Spathidium spathula* und *Glaucoma scintillans*.

d) Während der Conjugation tritt dagegen meist eine kleine Erniedrigung der Pulsationsfrequenz auf.

e) In Verbindung mit der Bewegung gegenüber ruhenden Tiere fand ich bei *Blepharisma*, und mein Schüler **Párducz** bei *Cyclidium*, eine leichte Pulsationsbeschleunigung.

XIV. Die Variabilität der Pulsation im Falle von mehreren Blasen eines einzigen Tieres. **Fortner** fand bei *Paramecium*, dass die vordere sog. „Kernblase“ langsamer arbeitet, als die hintere „Pharyngealblase“. Ich fand bei *Arcella discoides* eine auffallende Frequenzvariabilität unter den 8—10 Blasen des Tieres, von denen ebenfalls die zwei Kernblasen (das Tier hat zwei Kerne) langsamer pulsierten. Das gleiche konnte ich auch bei *Prodiscophrya collini* sowohl bei dem Schwärmer als bei den sessilen Wesen feststellen. Hier ist die Kernblase zugleich kleiner und arbeitet doch langsamer. Daraus, sowie aus an anderen Tieren gemachten Erfahrungen geht hervor, dass an unbeschädigten Tieren eine rege Arbeit des Excretionsplasmas grössere Blasen hervorruft, die schneller pulsieren als die kleinen. (An beschädigten Tieren sind dagegen die verlangsamte pulsierenden Blasen immer enorm gross.) Die Pulsation wird vom Protoplasma mehr beeinflusst als vom Kern.

XV. Das Verhältniss des excretorischen Plasmas und seiner nächsten Umgebung. 1. Aus dem Umstand, dass die Pulsationsblase immer im Entoplasma liegt, dass die Frequenz der Pulsation mit der Strömungsgeschwindigkeit des Entoplasmas parallel wächst, dass die Kernblase langsamer arbeitet als die andere

und dass bei *Lionotus* im grösseren, gelatinieren Körpertheil keine, sondern nur hinten im Strömungsplasma eine Blase auftritt, folgt, dass die Pulsationsblase nur vom Entoplasma bedingt und beeinflusst existiert und arbeitet, soweit das Entoplasma im Solzustand ist, da nur in diesem Solzustand eine Excretionsblase möglich ist. Im allgemeinen können wir also sagen, dass die Pulsationsblase in ihrer Existenz und Arbeit vom Viscositätsgrad des Entoplasmas bedingt ist. Könnten die Protisten mit vollständig gelatiniertem Protoplasma leben, so würden sie auch im hypotonischen Süsswasser die Pulsationsblase entbehren können. Vielleicht hat diese Möglichkeit das Genus *Loxodes* gelöst, wo keine Blase zu finden ist.

2. Die Quantität des Protoplasmas bzw. die Körpergrösse beeinflusst die Pulsation insofern, dass kleinere Tiere immer schneller arbeiten, als die grösseren. Eigentlich steht hier die Pulsationsfrequenz mit der Diffusionsfläche, also mit der relativen Grösse der Oberfläche in Zusammenhang, indem kleinere Lebewesen immer mit einer relativ grösseren Diffusionsfläche versehen sind, als die grösseren. *Cyclidium glaucoma* entleert jede zweite Secunde und sie ist beinahe die kleinste Ciliate, wogegen das mit freiem Auge leicht sichtbare *Spirostomum ambiguum* oft nach jeder 1200. Secunde pulsiert.

3. Die Form der Oberfläche beeinflusst die Pulsation insofern, dass, je grösser sonst bei gleichen Bedingungen die Abweichung von der Kugelform ist, um so schneller die Pulsation erfolgt. Wenn also die Tiere eine plattgedrückte oder sogar bandartige Form annehmen, so müssen sie sich gegen die Überschwemmung mit Wasser auch durch Gelatinieren ihres Entoplasmas helfen. (Der Fall von *Lionotus*.)

4. Die Pulsation steht auch in direktem Verhältnis zur Porosität der Pellicula. Die mit dicker, glänzender Pellicula versehenen *Entodiniomorpha*- oder *Euplotes*-

Arten pulsieren langsam, wogegen Oxytrichen, die mit *Euplotes* zusammen im selben Wasser leben, obwohl die Oxytrichen viel grösser sind, 2—3-mal so schnell pulsieren, da sie mit einer auffallend weichen Pellicula versehen sind. Auch die Frequenzerhöhung bei den Teilungstieren steht mit dem Aufweichen der Pellicula in Verbindung. Will also ein Organismus die Arbeit der Pulsationsblase mindern, so versieht er sich mit einer dicken und dichten Pellicula oder Cuticula, wie das auch in der Cyste der Protisten gegeben ist. Auch die Möglichkeit einer reichen morphologischen Gliederung der Körperoberfläche ist mit einer erhöhten Dichte und Dicke der Pellicula verbunden; dabei fällt nämlich die Erhöhung der Diffusionsfläche weniger schädlich aus, als bei einem weichen Tier. Aus den Gesagten folgt auch, dass wenn an einer bestimmten Körperstelle aus irgend einem Grund das ständige Aufweichen der Pellicula unvermeidlich ist, an diesem Ort eine sichere Einbruchsstelle für das Wasser gegeben ist. Solche gefährdete Punkte sind am Oesophagus der Strudler ständig gegeben, wodurch vielleicht auch erklärt ist, warum die Strudler schneller pulsieren als die Raubinfusorien, weiterhin warum das Entoplasma dieser Tiere schneller strömt, und warum die Pharyngealblase der Paramecien schneller arbeitet als die Kernblase und eventuell auch warum es überhaupt Protoplasmaströme gibt.

XVI. Der Mechanismus der Pulsation. Früher habe ich geglaubt, dass die Entleerung der Blase durch den osmotischen Druck des ganzen Körpers also durch seine Turgeszenz einfach erklärbar ist. Ich dachte, dass die gefüllte Blase unter dem fortwährend gesteigerten Druck in der Richtung des kleinsten Widerstandes, das ist die protoplasmatische Wand des geschlossenen Porus excretorius, durchbricht. In dieser Auffassung verstärkten mich besonders meine Durchschneidungsexperimente an *Paramecium*, wo sich herausstellte, dass

wenn die Pellicula aufgeschnitten worden ist und das Protoplasma unbedeckt frei dastand, die angefüllte Blase sich nicht entleeren konnte. — Doch fand ich später, dass aus der Unregelmässigkeit, die in der Gesamtpulsation der mit mehreren Blasen versehenen Tieren feststellbar ist und weiterhin aus dem Umstand, dass experimentell auch bei einer unbeschädigten Pellicula eine doppelte bis mehrfache Auffüllung der Blase erreichbar ist, klar hervor geht, dass sich zum Körperdruck auch ein Eigendruck der Blase gesellen muss, damit die Pulsation durchführbar wird. Den Eigendruck der Blase erkläre ich mit **Taylor** mit den Zustandsänderungen der Blase. Wir weisen nämlich darauf, dass die Blasenwand während der Diastole sich immer im Solzustand befindet und darin nachher, am Anfang der Systole, ein Gelzustand entsteht, wobei infolge von Wasserverlust bzw. Bindung des Wassers eine Spannung in der Blasenwand auch ohne weitere Anfüllung entsteht. Die Blasenwand ist demgemäss also doch kontraktile, richtiger pseudokontraktile, da darin nicht infolge von Quellung, sondern umgekehrt, infolge von Verlust beweglichen Wassers, also infolge von Volumenabnahme eine Spannung entsteht.

Im Gelzustand rundet sich die Hauptblase ab, die Wand wird glänzend und sie macht sich schliesslich von ihrer Umgebung, d. i. sowohl von den Radialkanälen ev. auch Längskanälen als von den Nebenblasen frei, indem sie während des Höhepunktes der Diastole und ebensowohl auch während der Systole nicht mehr mit ihnen verschmilzt. Um die Kommunikation mit den Kanälen oder mit den Nebenblasen wieder herstellen zu können, muss zuerst wieder ein Solzustand auftreten. Auch die Nebenblasen verschmelzen untereinander im Solzustand ihrer Wände.

XVII. Das Verhältnis der Pulsationsblase zu den Nebenblasen und Kanälen: a) (*Physiologisches*)

Verhältnis). In Falle der wandernden Blasen der Amöbe kann in jedem Excretionsplasmastück eine kleine Blase entstehen, die weiter wächst und unterwegs mit anderen Excretionsplasmatropfen bzw. Blasen verschmilzt. Darauf folgt eine Phase des Weiterwachsens ohne Verschmelzung, dann Anheftung an die Pellicula ohne Wachstum und schliesslich die Pulsation. — Eine Pulsationsblase kann überhaupt monocentrisch angehen. Wir sehen also im Excretionsplasma immer nur eine Blase (niedere Protozoen). — Gewöhnlich geht die Pulsationsblase polycentrisch von mehreren kleinen Blasen aus, die dann verschmelzen und a) entweder keine neue Nebenblasen mehr entstehen, in welchem Falle die Vacuole allein weiterwächst und schliesslich pulsiert (Rhizopoden und die meisten Ciliaten.), oder b) sind gleich nach der Systole schon grosse Blassen im Excretionsplasma vorhanden, die sofort zu einer Pulsationsvacuole verschmelzen, gleichzeitig aber auch kleine Blasen in der Excretionsplasmawand auftreten, die schon während der Diastole weiter wachsen. Das ist die andauernd polycentrische Blasenbildung, die am schönsten bei *Nassula* erscheint (s. Abb. 23). — Im Falle der Radialkanäle unterscheiden wir besonders bei *Paramecium* (s. Abb. 22) folgende Abschnitte: 1. Systole, während dessen die Ampullen näher zum Porus Excretorius rücken. 2. Pulsation der Ampullen: erste Etappe der Diastole in der Hauptblase, während dessen sich die Verbindungsstücke zwischen Ampulla und Hauptblase öffnen. 3. Zweite Etappe der Diastole, während dessen die Radialkanäle mit der Hauptblase noch immer in Verbindung bleiben. 4. Vorbereitung zur Systole: die Hauptblase rundet sich ab, die Verbindungsstücke schliessen sich und die Ampullen treten in den Zustand der eigenen Diastole. Darauf folgt wieder Nummer 1. — Ähnliche Verhältnisse fand ich bei *Urocentrum*. — Bei *Spirostomum* bleibt der Längskanal auch während der Systole mit der Hauptblase in Verbindung

so, dass hier beide gleichzeitig entleert werden. — Bei *Loxophyllum* (s. Abb. 20) und *Stentor* trennt sich die Hauptblase vom Längskanal, pulsiert unabhängig und wird während der Systole vernichtet. Die neue Hauptblase entsteht aus dem Längskanal durch Auftreibung der Endpartie, doch nimmt sie auch Nebenblasen von der Umgebung auf (besonders bei Stentoren).

b) *Die Längskanäle* fassen wir als Auswüchse der Hauptblase oder überhaupt als verlängerte Blasen auf, wogegen die Radialkanäle aus beständig gewordenen Nebenblasen abzuleiten sind.

XVIII. Ein functioneller Zusammenhang zwischen Pulsation und den umgebenden Cilien. Bei *Paramecium* und verschiedenen grösseren Holotrichen kann man feststellen, dass, wenn das Tier ruht und die umstehenden Cilien in der Nähe des Porus excretorius sonst nicht schlagen, nach jeder Entleerung die nächsten Cilien in Bewegung gesetzt werden. Sie schlagen dabei nach hinten und kehren die Excretstoffe weg vom Tier. Diese Harmonie zwischen Entleerung und Cilienbewegung wird dadurch bewerkstelligt, dass der Porus excretorius bzw. der Entleerungskanal mit dem Neuronemsystem in direkter Verbindung steht. Sogar bei *Paramecium*, wo der Porus nicht in eine Interciliarfaser eingeschaltet ist, läuft ein Nebenzweig von der nächsten linken Interciliarfaser dem Porus zu. Wie der Reiz vom Entleerungskanal auf das Neuronema hinüberspringt, wissen wir nicht; eines ist aber möglich, wir sehen nämlich während der Entleerung deutlich, dass der Kanal durch den Entleerungsstrom erweitert wird, und da ist es nun möglich, dass dieser Ausdehnungsdruck des Kanals auf das Nervensystem übertragen wird.

LITERATURA.

- Averinzew, S. u. Mutafova, R.* (1914): Material zur Kenntnis der Infusorien aus dem Magen der Wiederkäuer. Arch. f. Protistenk. Bd. 33.
- Claparède, E.* (1854): Über Actinophrys eichhornii Müller. Arch. f. Anat. Physiol. u. wiss. Med.
- Collin, Bernard* (1925): Étude monographique sur les Acinétiens. Arch. de Zool. exp. et gén. Tome 51.
- Doflein—Reichenow* (1929): Lehrbuch der Protozoenkunde, 5. Aufl.
- Degen, A.* (1905): Untersuchungen über die contractile Vacuole und die Wabenstruktur des Protoplasmas. Botan. Ztg. Bd. 63.
- Dujardin, F.* (1838): Mémoires sur l'organisation des Infusoires. Annal. d. Scienc. Nat. T. 10.
- Ehrenberg, C. G.* (1838): Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen (Leipzig. Voss.) Bd. 18.
- Fauré—Fremiet, E.* (1925): La structure permanente de l'appareil excréteur chez quelques Vorticellides. C. R. d. Scienses d. l. Soc. d. Biol. Tome 93.
- Fortner, H.* (1924): Über die physiologisch differente Bedeutung der contractilen Vacuolen bei *P. caud.* Ehrbg. Zool. Anz. Bd. 60.
- Fortner, H.* (1926): Zur Frage der diskontinuierlichen Excretion bei Protisten. Arch. f. Protistenk. Bd. 56.
- Gelei, József* (1925): Új Paramecium Szeged környékéről. (Paramecium nephridiatum n. sp.) Állatt. Közl. 22. köt.
- Gelei, József* (1925): Der Nephridialapparat bei den Protozoen Biol. Centralbl. Bd. 45.
- Gelei, József* (1928): Nochmals über den Nephridialapparat bei den Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 64.

- Gelei—Horváth* (1931): Eine nasse Silber-bezw. Goldmethode für die Herstellung der reizleitenden Elemente bei den Ciliaten. Zeitschr. f. wiss. Mikr. und mikr. Techn. Bb. 48.
- Gelei, József* (1932): Eine neue Goldmethode zur Ciliatenforschung und eine neue Ciliate: *Colpidium pannonicum*. Arch. f. Protistenk. Bd. 77.
- Gelei, József* (1933/a): Über den Bau, die Abstammung und die Bedeutung der sog. Tastborsten bei den Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 80.
- Gelei, József* (1933/b): Wandernde Excretionsvacuolen bei den Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 81.
- Gelei, József* (1933/c): Beiträge zur Ciliatenfauna der Umgebung von Szeged. II. Vier Bryophyllum-Arten. Arch. v. Protistenk. Bd. 81.
- Gelei, József* (1933/d) Neue Silberbilder vom Nephridialapparat des Parameciums. A magyar Biológiai Kutatóintézet I. oszt. Munkáiból. 6. kötet.
- Gelei, József* (1934/a): Die amöboide Bewegung infolge Membranenkontraktion. Biol. Zentralbl. Bd. 54.
- Gelei, József* (1934/b): Eine mikrotechnische Studie über die Färbung der subpelliculären Elemente der Ciliaten. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. und mikr. Technik. Bd. 51.
- Gelei, József* (1934/c): A Ciliaták csillómeridiánusainak differenciálódása és az iránymeridiánus kérdése. A Magy. Tud. Akad. Term. tud. Értesítője. 51. köt.
- Gelei, József* (1935): Ni ·· Infusorien im Dienste der Forschung und des Unterrichtes. Biol. Zentralbl. Bd. 55.
- Griffin, L. E.* (1910): *Euplotes worcesteri* sp. nov. I. Structure. Philip. Jour. sci. vol. V.
- Griffith, A. B.* (1889): A method of demonstrating the presence of uric. acid in the contractile vacuoles of some lower organisms. Proc. Roy. Soc. y of Edinburgh vol. 16.
- Gruber, A.* (1884): Biologische Studien an Protozoen. Biol. Zentralbl. Bd. 9.
- Hartog N.* (1888): Preliminary note on the functions and homologies of the contractile vacuole in plants and animals. Report of British Asso. for the Advancement of Science, vol 58.

- Haye, Ans* (1930): Über den Excretionsapparat bei den Protisten etc. Arch. f. Protistenk. Bd. 70.
- Hofeneder, K.* (1912): Über den Excretionsorgan und die systematische Stellung von *Amoeba quapril-neata* Carter. Arch. f. Protistenk. Bd. 27.
- Kahl, A.* (1932): Urtiere oder Protozoa in *Dahl's* Tierwelt.
- Khainsky, A.* (1910): Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien. etc. Arch. f. Protistenk. Bd. 21.
- Lachmann, K. F. J.* (1856): Über die Organisation der Infusorien, besonders der vorticellinen. Müllers Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Med.
- Lankester, E. Ray* (1909): A treatise on zoology. Part 1, 1st. fascicle.
- Lieberkühn, N.* (1856): Beiträge zur Anatomie der Infusorien. Arch. f. Anat. u. Physiol.
- Kanitz* (1907): Der Einfluss der Temperatur auf die pulsierenden vacuolen der Infusorien. Biol. Zentralbl. Bd. 27.
- Mc. Lenan*
- Maupas, E.* (1883): Contribution a l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. et génér., Ser. 2. Tom. 1.
- Nassonow, D.* (1924): Der Excretionsapparat (contractile Vacuole) der Protozoa etc. Arch. f. Mikr. Anat. und Entwickl. Mech. Bd. 103.
- Nassonow, D.* (1925): Zur Frage über den Bau und die Bedeutung des lipoiden Excretionsapparates bei Protozoa. Zeitschr. f. Zellforsch. u. Mikr. Anat. Bd. 2.
- Pestel, B.* (1931): Beiträge zur Morphologie und Biologie des *Dendrocometes paradoxus* Stein. Arch. f. Protistenk. Bd. 75.
- Pritchard, A.* (1861): A history of the Infusoria.
- Rhumbler, L.* (1898): Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle. Arch. f. Entwickl. Bd. 7.
- Roszbach*, (1874): Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Aetzmittel. Arb. a. d. Zool.-zootom. Inst. in Würzburg. Bd. 2.

- Schewiakoff, W.* (1894): Über die Natur der sog. Excretkörner der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 57.
- Siebold, C. Th. and Stannius, H.* (1854): Comparative Anatomy, Translat and edited by Waldo I. Burnett.
- Spallanzani, L.* (1776): Saggio di osservazioni microsciche concernenti il sistema della generazione dei Signori Needham e Buffon. Modena.
- Stein, F.* (1859): Der Organismus der Infusionsthier nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. III. Abt.
- Stempell, W.* (1914): Über die Funktion der pulsierenden Vacuole und einen Apparat zur Demonstration derselben. Zool. Jahrb. Abt. f. Zool. und Physiol. Bd. 34.
- Stiller, J.*: Dimorphismus und Konjugation bei *Epistylis ovina* (*Rabdostyla ovina* Kent) Acta literarum ac scientiarum etc. Szeged, 1932.
- Taylor, C. V.* (1920): Demonstration of the neuromotor apparatus in *Euplotes* by the method of microdissection. University of California Publications in Zoölogy.
- Torrey, Riddle und Brodie*, (1925): Thyroxin as a depressant of the division rate of *Paramecium*. Journ. of. gen. Physiol. Vol. 7.
- Wense, Th.* (1934): Untersuchungen über die Wirkung von Adrenalin auf Paramäcien. etc. Naungh-Schmiedlberghs Arch. 176.
- Yocom, H. B.* (1918): The neuromotor Apparatus of *Euplotes patella*. Ehrbg. Univ. of Calif. Publ. in Zoölogy. Vol. 18.
- Zuelzer, M.* (1907): Über den Einfluss der Meerwassers auf die pulsierende Vacuole. Sitzungber. Ges. Naturf. Freunde. Berlin.
-

TARTALOMJEGYZÉK.

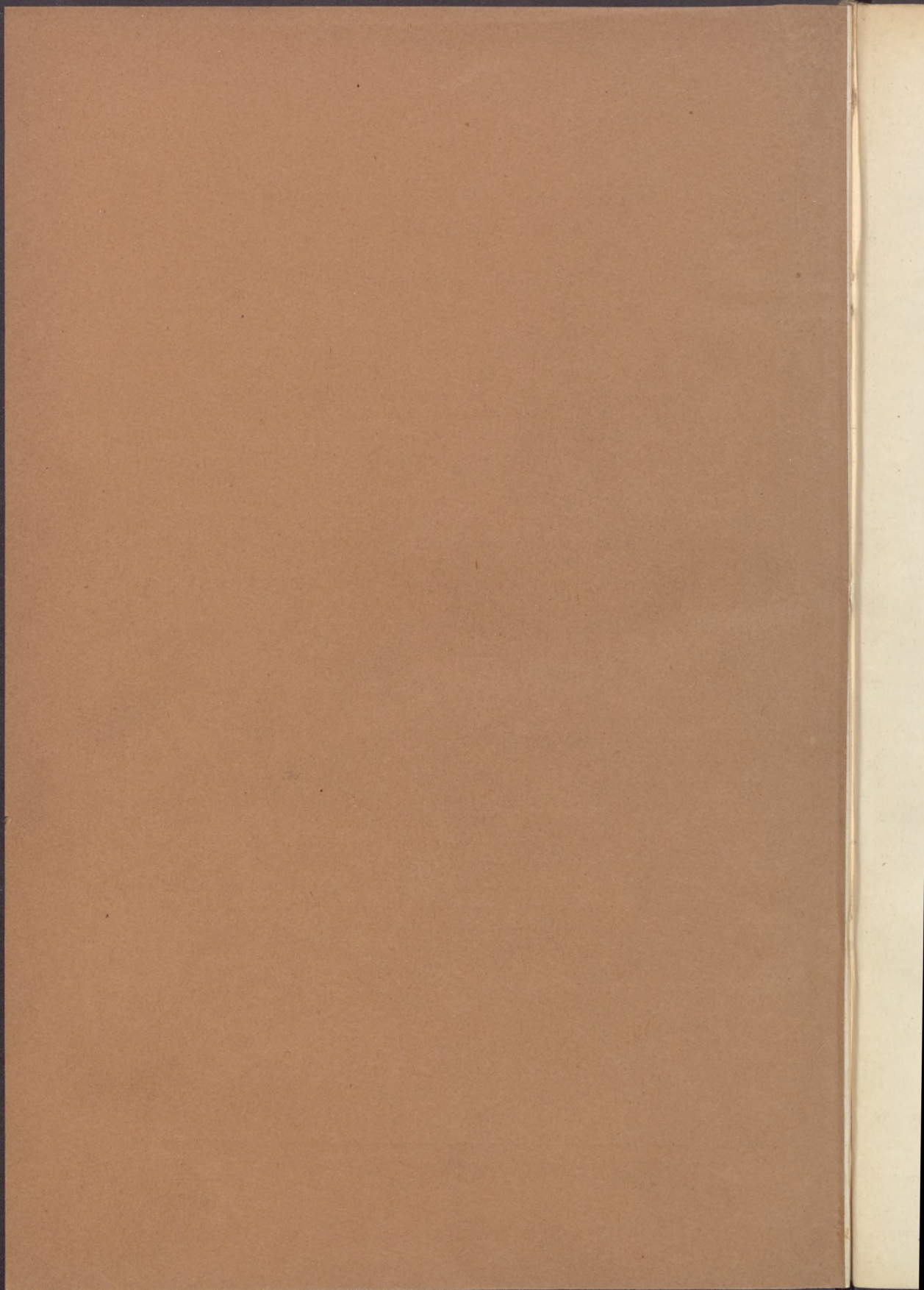
	Oldal
Bevezetés	3
A) I. Vizsgálati eljárások	5
B) <i>Alkattani rész.</i>	
II. A kiválasztószervecskék alkata és fekvése.	11
a) A szervecske részei.	11
b) A szervecske viszonya a Végkénty egészéhez.	13
1. Entoplasmikus fekvése.	13
2. Kötött és kötetlen helyzet a Rhizopodák-ban.	13
3. Kötött fekvés a Ciliophora csoportban.	16
4. Rendes fekvése a hátulsó testvégen.	17
5. A vezető nephridiális vonalhoz való viszonya.	22
6. A közvetlen környezet befolyása a lüktetőhólyag fekvésére.	23
III. A lüktetőhólyagok száma és mérete.	26
IV. A kiválasztórészek: excretiós pórusok száma és alkata.	33
V. A kiürítő csatorna alkata.	36
VI. A hólyaghártya.	40
VII. A kiválasztóplasma.	44
C) <i>Élettani rész.</i>	
VIII. A kiválasztószerv működése általában.	47
IX. A lüktetés gyakorisága.	48
X. A lüktetés faji változatossága.	51
XI. A lüktetőhólyag környezeti vonatkozásai.	54
1. Sötömménység.	56
2. Az oxigénmennyiség és a lüktetés.	56
3. Különleges sóhatások.	57
4. A környezet vegyi kémhatása.	58
XII. A lüktetés egyéni változékonysága.	59
XIII. A lüktetés változékonysága az egyed életén belül.	61
a) táplálkozással, b) rajzóképzéssel, c) oszlással, d) párosodással, e) mozgással.	61
XIV. A lüktetés változékonysága az állat több hólyagja esetén.	68
XV. A kiválasztószerv és a protoplasma viszonya.	70
1. A protoplasma halmazállapota.	70
2. A protoplasma mennyisége.	73
3. A felület mérete és a test alakja.	74
4. A pellikula alkata.	75
XVI. A lüktetés mechanizmusa.	77
XVII. A lüktetőhólyagok és a mellékólyagok, illetve a sugárcsatornák viszonya.	85
a) élettani viszony	86
b) származástani viszony	90
XVIII. Működésbeli koordináció a kiürülés és a környékbeli csillók mozgása között.	94
XIX. Összefoglalás.	95
D) <i>Német kivonat: Deutsche Zusammenfassung.</i>	108
<i>Literatura.</i>	124

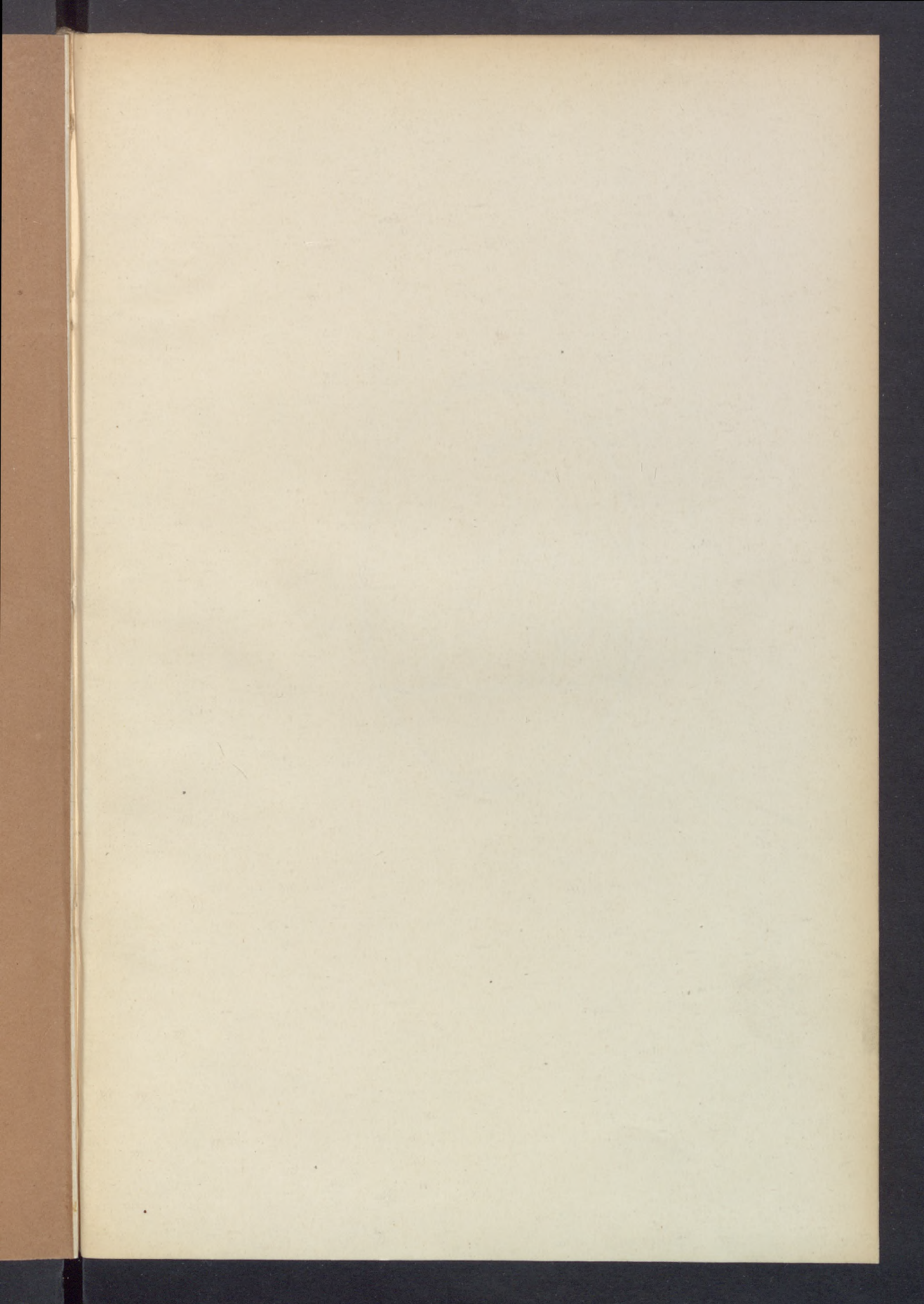


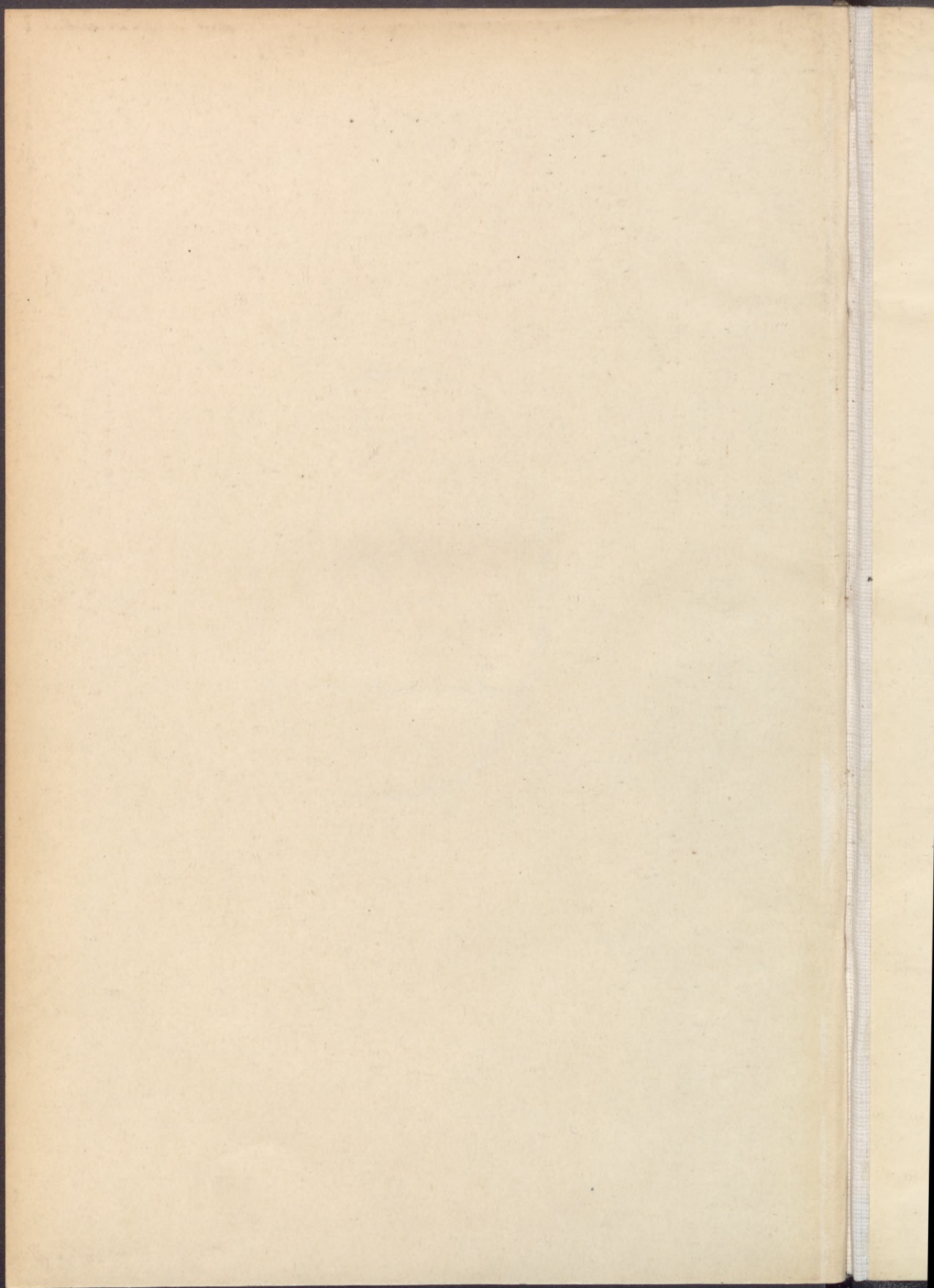
A Matematikai és Term.-tud. Közleményekből még kaphatók:

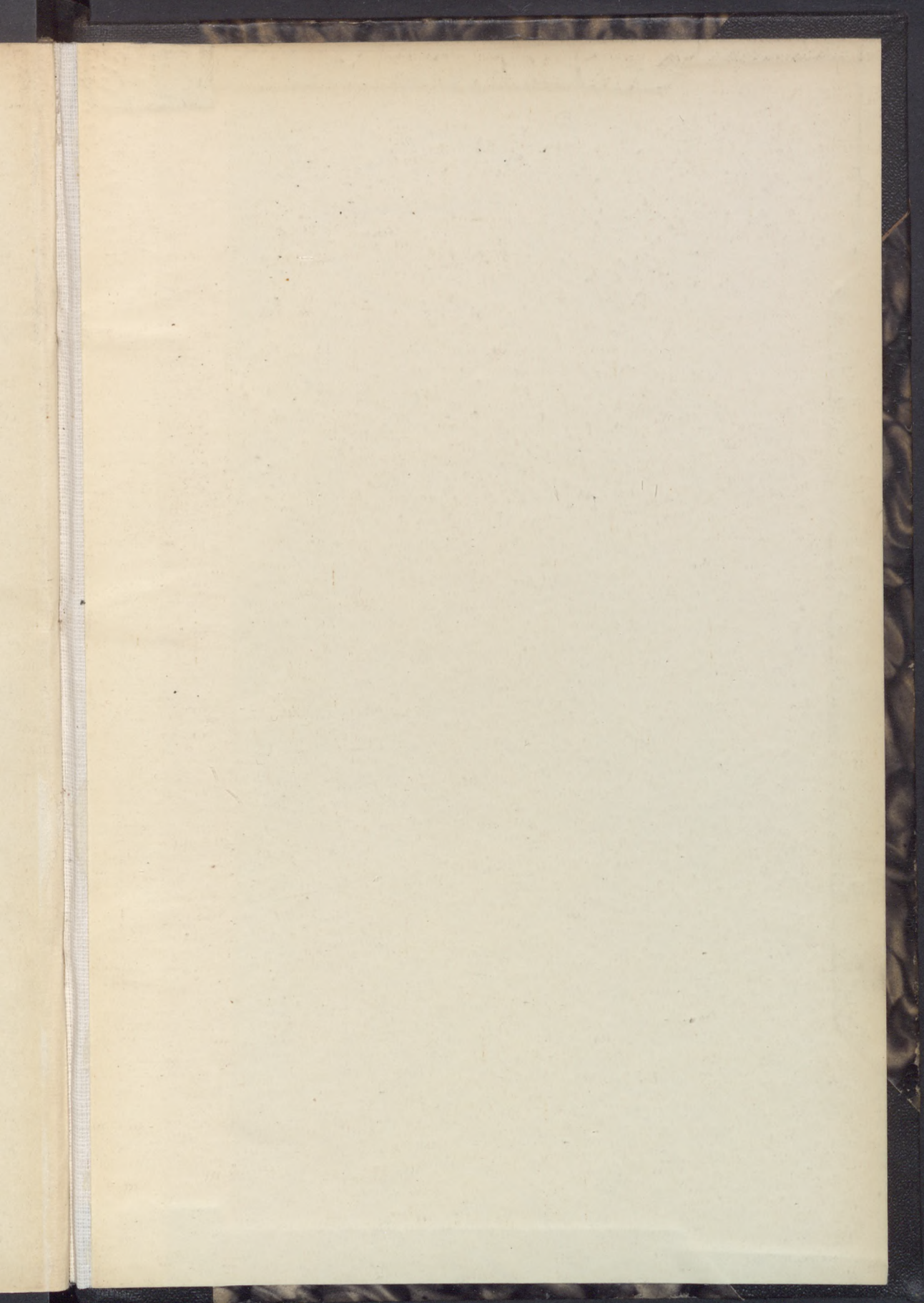
XXVIII. kötet. *Sóbfányi*: A Duna balparti mellékfolyóinak hydrografiája. Ára 1 P. *Gombocz*: Sopron vármegye növényföldrajza és flórája. Ára 2 P. — **XXIX. kötet.** *'Sigmond*: A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükségletének megállapítása céljából, 1906. Ára 2 P. *Bernátsky*: A hazai Asparagusz-félék monographiája, 1907. Ára 1 P. *Ifj. Entz Géza*: A Tintinnidák szervezete, 1908. Ára 2 P. — **XXX. kötet.** *Méhely Lajos*: *Prospalax priscus* (NHRG). 1908. Ára 0.60 P. *Péterfi Márton*: Adatok a Biharhegység mohafiórájának ismeretéhez. 1908. Ára 1 P. *Mauritz Béla*: A Mátra-hegység eruptív kőzetei. 1909. Ára 1.60 P. *Gáti Béla*: Gyorsváltakozású gyenge áramok méréséről, 1909. Ára 0.40 P. — **XXXI. kötet.** *Szabó Zoltán*: A *Knautia* genus monographiája, 1911. Ára 1 P. — **XXXII. kötet.** *Méhely Lajos*: Magyarország csíkos egerei. 1913. Ára 1 P. *Dáday Jenő*: Magyarország kagylós levéllábú rákjai. 1913. Ára 2 P. *Hollós László*: Kecskemét vidékének gombái. 1913. Ára 2 P. — **XXXIII. kötet.** *Jungmayer Mihály*: Budapest evezőlábú rákjai. 1914. Ára 3 P. *Szöts Andor*: A földi giliszta idegrendszerének finomabb szerkezete. 1915. Ára 1 P. *Richter Aladár*: A víztartószövet s az élettani felemáslevelűség némely esete. 1916. Ára 4 P. — **XXXIV. kötet.** 1. sz. *Lendl Adolf*: A pókok izomrendszere. I. 1917. Ára 4 P. 2. sz. *Méhely Lajos*: A Planáriák elterjedése a Magas-Tátrában. 1918. Ára 1 P. 3. sz. *Gelei József*: A chromosomák hosszanti párosodása s e folyamat örökléstani jelentősége. 1—2. 1920. Ára 3 P. 4. sz. *Veress Elemér*: Az izomnak meleggel előidézhető merevségéről, különös tekintettel a merevedő izom élettani tevékenységére. 1922. Ára 2 P. — **XXXV. kötet.** 1. sz. *Hollós László*: Új gombák Szekszárd vidékéről. 1926. Ára 2 pengő. 2. sz. *Gelei József*: A potentia prospectiva és a differentiálódás. 1926. Ára 1 pengő. 3. sz. *Hegyfőky Kabos*: A virágzás idejének ingadozásáról. 1926. Ára 2 pengő. 4. sz. *Tokody László*: A magyarországi cerusszitek kristálytani monografiája. 1926. Ára 3 pengő. 5. sz. *Zimányi Károly*: Kristálytani vizsgálatok Krassó-Szörény vármegye pyritjein. 1927. Ára 3 P. — **XXXVI. kötet.** 1. szám. *Vendl Aladár*: A magyarországi riolit típusok. 1927. Ára 3 P. — 2. sz. *Vendl Mária*: Kristálytani vizsgálatok magyarországi kalcitokon. 1927. Ára 2 P. — 3. sz. *Szily Kálmán*: Földnyomás és kohézió. 1928. Ára 3 pengő. — **XXXVII. kötet.** 1. szám. *Filarszky Nándor*: A separációs sejtmegosztódás elmélete és szerepe a növények fejlődésében és rendszerében. 1930. Ára 3 P. — 2. szám. *Hollós László*: Szekszárd vidékének gombái. 1933. Ára 3 P. — 3. szám. *Dr. Entz Géza*: Az ostor és protoplasma növekedéséről. 1934. Ára 2 pengő. — 5. szám. *Gelei József*: A Végvények kiválasztószerve. 1935. Ára 4 pengő.

Nyomtatta: Kisfaludy László a ref. főiskola betűivel, Sárospatakon.











34240

Math. és
Term. tud.
KÖZLEM.

XXVII
2

N. M.