

Jég alatti *Peridinium aciculiferum* Lemmermann (Dinophyta) populáció a Balatonban

Grigorszky István
Kossuth Lajos Tudományegyetem,
Növénytan Tanszék,
H-4010. Debrecen Pf. 14.

Padisák Judit
Magyar Tudományos Akadémia
Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, H-8237.
Tihany Pf. 35.

Kivonat: 1996. márciusában a Balaton keszthelyi öble vastag hó- és jégtakaróval fedett vízében nagy mennyiségben találtuk meg a *Peridinium aciculiferum*-ot, egy, a Balaton flórájára új páncélos ostoros (Dinophyta). A populáció legtöbb egyede kifejletlen stádiumban volt, melynek során a sejtek a környezeti paraméterek változására igen érzékenyen reagálnak. A körülmények kedvezőtlenre fordulása esetén a populáció tiszták, vagy egyéb propagulumok képzése nélkül elpusztulhat. A talált populáció egy mikroszporának elnevezett sajátosság propagulumot képzett. A mikroszporák a sejteken belül narancssárgás-barnás képletek, sejtenként 20-30 is előfordul. Kiszabadulásuk esetén a populáció-növekedés rátája sokkal nagyobb lehet, mint a tradicionális, 2 hatványait követő kettőszorozásnál, amely magyarázatot adhat a téli páncélos ostoros virágzások gyors kifejlődésének mikéntjére. A cikkben videofelvételekről készült rajz alapján kísérletük meg a *Peridinium aciculiferum* egyedfejlődését leírni.

Kulcsszavak: *Peridinium aciculiferum*, egyedfejlődés, mikroszpora, téli vízvirágzások

1. Bevezetés

A Balatonban 1996 telén megtalált *Peridinium aciculiferum* azon kevés Dinophyta fajok közé sorolható, amelyet még nem írtak le a Balatonból. A szervezetet magyarországi vonatkozásban viszonylag jelentős számú publikáció (Entz 1926, Entz és Sebestyén 1936, Grigorszky és mtsi. 1997, Hamar 1976, Hortobágyi 1973, Kol 1966, Ponyi és Tamás 1964, Schiefer és Urbányi 1970, Schiller 1955, Sebestyén 1959, Szemes 1964, 1967, 1971, Uherkovich 1956, 1971a, 1971b; Woynarovich, E. 1938) jórészt csak a fajlistákban említi. A publikációk közül csak Entz és Sebestyén (1936) nemzetközi vonatkozásban is egyedülálló tanulmánya közöl részletes megfigyeléseket a *Peridinium aciculiferum* egyedfejlődéséről és megjelenési törvényszerűségeiről. A szerzők a *Peridinium aciculiferum*-ot a tihanyi Belső-tóban találták meg jég alatt igen nagy tömegben.

Az általunk vizsgált populáció szintén jég alatt, nagy mennyiségben fordult elő a Balaton keszthelyi öblében így módunk volt eredményeinket Entz és Sebestyén (1936) eredményeivel összehasonlítani, felhasználva a szaporodási folyamatok rögzítéséhez a legújabbban alkalmazott mikroszkópos technikát, az egyedfejlődés folyamatos, videokamerával való rögzítését.

2. Anyag és módszer

A mintát 1996. március 12-én a Keszthelyi öbölben vettük 30 cm-es jég alól, amelyet kb. 20 cm vastag hó fedett. A minták egyik felét Lugol-oldattal konzerváltuk, a másik felében levő egyedeket Carefott (1968) tápoldatban igyekeztünk fenntartani. A mikroszkópos vizsgálatokat Axiovert-100, fordított rendszerű mikroszkópon végeztük. Az egyes egyedfejlődési állapotokat CCD-iris kamera segítségével Panasonic-NJ-55 videomagnóra rögzítettük. A mintákat ülepítő-hengerbe helyeztük, és az egyedfejlődési állapotokat fordított mikroszkóp alatt rögzítettük. A mikroszkópos rajzok a videofelvételről készültek.

3. Eredmények

A mennyiségi vizsgálatok tanúsága szerint (1. táblázat) a plankton domináns szervezete a *Peridinium aciculiferum* volt, mellette számottevő mennyiségben fordult elő a *Chrysococcus biporus* (1. táblázat). A fitoplankton összetétele a szokványostól téli planktonképtől eltérő volt. Mind a tenyészet, mind a konzervált *P. aciculiferum* populáció hat, morfológiailag jól elkülöníthető sejtípusból állt:

(1) A sejtek tojásdad alakúak, hát-hasi irányban kissé lapítottak. Az epitéka kúpszerű, míg a hipotéka kupolaszerű alakot formál. Az övi barázda kissé spirális. A hosszanti barázda az antapikális csúcsra vezet. A hipotéka 1-4 tüskét viselhet. A szintestek elliptikusak, parietális helyzetűek, és viszonylag nagy számban találhatóak a sejtekben. A sejtek jellemző lapszerkezete: 4', 3a, 7'', 5''', 2'''. Ez a forma a *P. aciculiferum*

kifejlett – *peridinoid* – állapotaként ismert (1-2. ábra). A sejtek 27-32 µm hosszúak és 25-32 µm szélesek.

(2) A sejt kerek, vékony periplasztal határolt (palmelloid egyedfejlődési állapot). A sejteken nem figyelhető meg sem ostor, sem szemfolt, de számos sárgás-barna, gömbszerű, 5-6 µm átmérőjű képletet tartalmaznak, melyeket mikroszporáknak nevezünk (6. ábra). A sejtek 27-43 µm hosszúak, 31-41 µm szélesek (2-5. ábra). A mikroszporákon nem figyelhető meg sem ostor, sem elkülönült szintest. A palmelloid típusú sejtől lokódnak ki, kb. 2-3 másodperc alatt. A kilökődésnek lépései:

- A mikroszpora kissé kiemelkedik a sejtől, jellemző kidudorodást okozva (4. ábra).

- A mikroszpora kilökődik a sejtől, de még a sejtől összeköttetésben van egy vékony kocsonyás nyélen keresztül (5. ábra).

- A mikroszpora leszakad a nyélről (6. ábra). A sejt felszínén visszamaradt kocsonyanyél tüskét képez (9. ábra).

(3) Sokszor két vagy három mikroszpora lokódnak ki egyszerre. Egy sejt 20-30 mikroszporát képes létrehozni.

(4) Az áttetsző, gömbölyű sejtek 28-40 µm hosszúak és 32-40 µm szélesek (időszakos tiszták). Több mint 20 elvékonyodó áttetsző tüske található a sejtek felszínén. A tüskék 3-5 µm hosszúak (9. ábra).

(5) A sejtek kissé kúpszerűek, az övi- és hosszanti barázda látható. Egy sárgás-barna, gömbszerű képlet található az epitékában (7. ábra). A sejtek a hosszanti- és övi barázdában elhelyezkedő ostoraikkal viszonylag gyors mozgásúak. A hipotéka szintelen és szinte teljesen kitölti a hatalmas sejttag (7. ábra). Ez alapján ezt az állapotot *mukleoid* egyedfejlődési fázisnak nevezzük. A sejtek 10-14 µm hosszúak és 11-13 µm szélesek.

(6) A sejtek már kissé oválisak, de jellemző sejtálszerkezetük még nem látható. A szintest sárgás-barna. Az övi- és hosszanti barázda jól kivehető. A sejtek a *P. aciculiferum* gymnoid fejlődési állapotaként ismertek. Hosszuk 26-30 µm, szélességük 28-31 µm (8. ábra).

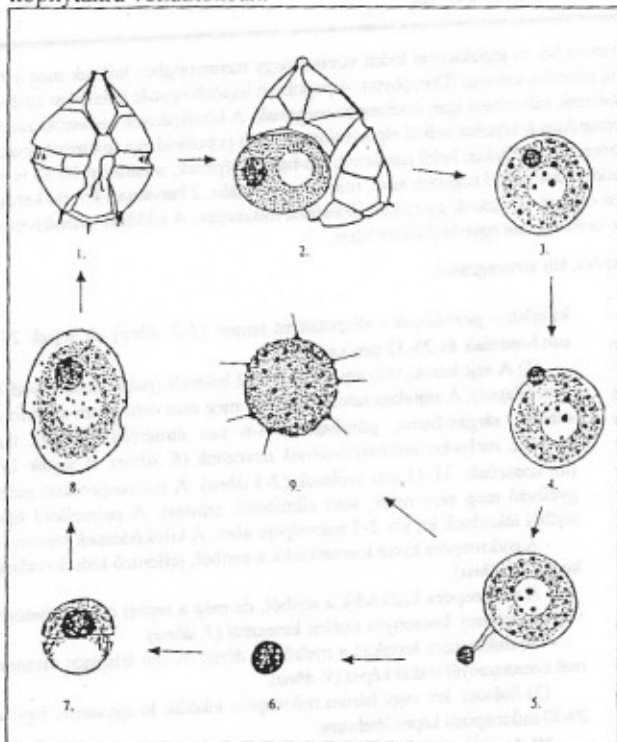
1. táblázat: A fitoplankton mennyiségi összetétele 1996. március 12-én a Balaton Keszthelyi öblében.

Composition and biomass ($\mu\text{g l}^{-1}$) of phytoplankton in the Keszthely-bay of Lake Balaton on 12. March 1996.

Faj	Biomassza $\mu\text{g l}^{-1}$
<i>Chlamydomonas</i> sp.	16
<i>Pseudodictyosphaerium jurisii</i>	2
<i>Dichotomococcus curvatus</i>	8
<i>Monoraphidium contortum</i>	8
<i>Scenedesmus costato-granulatus</i>	3
<i>Trachydiscus sexangulatus</i>	3
<i>Chrysochromulina parva</i>	2
<i>Chrysococcus biporus</i>	962
<i>Keptyrion</i> sp.	1
<i>Chroomonas</i> sp.	306
<i>Cryptomonas erosa/ovata</i>	421
<i>Rhodomonas minuta/lacustris</i>	229
Centrales	6
<i>Peridinium aciculiferum</i>	
peridinoid forma	925
gymnoid és glenoid forma	1164
mikroszporák	309

4. Az eredmények értékelése

A Balatonban megtalált populáció több mint 80 %-a kifejletlen állapotban volt. A vizsgálataink során hat, morfológiai bélyegei alapján jellemzően elkülöníthető egyedfejlődési fázist sikerült beazonosítani. Két egyedfejlődési fázis: (2. és 9. ábra) eddig még nem ismert erre a fajra nézve, két fejlődési fázist (6. és 7. ábra) pedig mindeddig nem írtak le a Dinophytákra vonatkozóan.



1.-9. ábra - Figures 1-9

A Peridinium aciculiferum egyedfejlődése - The life cycle of *Peridinium aciculiferum*. (1) Peridinium sejt - peridinium stage; (2) Exuviáció, palmelloid sejt - palmelloid cell; (3-5) A mikrospóra kilökődése a palmelloid sejtéből - microspores are released from palmelloid cells; (6) Mikrospóra - microspore; (7) Nukleoid sejt - nucleoid cell (8), Gymnoid - gymnoid stage; (9). Időszakos ciszta - temporary cyst.

A *Peridinium aciculiferumot* Lemmermann (1900) írta le Németországból. A későbbiekben gyakori fajként tartották nyilván Európa hűvösebb régióiban (Schiller 1935), majd hidegkedvelő szervezetként (Nanwerck 1963) írták le. Köszönhetően Entz & Sebestyén (1936) nemzetközileg is igen elismert munkájának, a faj gymnoid (8. ábra) és peridinium (1. ábra) egyedfejlődési sajátosságairól viszonylag részletes információink van. Nem említik az általunk megtalált palmelloid (2. ábra) és időszakos ciszta állapotot (9. ábra), amely akkor még nem volt ismert, valamint a mindeddig még nem leírt mikrospóra (6. ábra) és a nukleoid (7. ábra) egyedfejlődési állapotot. Ugyanakkor a peridinium állapotú sejtek esetében leírják, hogy gyakori a pánccélzat spontán leválása, az exuviáció (2. ábra). A csupasz plazma - palmelloid állapot - még rövid ideig életképes és jelentős számban tartalmazhat kis gömbszerű testeket, mikrospórákat (3. ábra). Vizsgálataink során is tapasztaltuk az exuviáció viszonylag gyakori voltát és a nagyszámú palmelloid állapot ("csupasz plazma") kialakulását. Majd a kis sárgás-barna, mozgásképtelen, gömbszerű testecskék - mikrospórák - kilökődnek a palmelloid sejtekből (3., 4., 5. ábra). A mikrospórák kilökődése után (5. ábra) a "palmelloid anyasejt" egy áttetsző gömbbé válik,

ható (9. ábra). A mikrospórák fejlődésük során több, mint kétszeresükre nőnek, jól láthatóak az övi- és hosszanti barázdák és megjelennek az ostorok, amelyekkel gyorsan képesek mozogni (7. ábra). A hipotékát szinte teljesen kitölti a hatalmas sejtmag, -nukleoid állapot (7. ábra). Az epitékában viszonylag hosszú ideig megtalálható a mikrospóra sárgás-barna, gömbalakú maradványa (7. ábra).

A nukleoid sejt fejlődése során fokozatosan kialakulnak a szintestek és a gymnoid egyedfejlődési fázis eleén viszonylag hosszú ideig jól kivehető az epitékában a mikrospóra maradványának jelenléte (8. ábra). A sejt kb. a nukleoid sejt méretének kétszeresére növe eléri a gymnoid fejlődési állapotot. A sejt még kisebb, mint kifejlett -peridinium-állapotban, de alakjára nézve hasonlatos, bár a sejtfallszerkezet fénymikroszkóppal még nem látható (8. ábra). Entz & Sebestyén (1936) a gymnoid alakok esetében megemlíti a sárgás-barna, gömb alakú képződmények jelenlétét, melyeket táplálék maradványként azonosítottak.

A gymnoid sejt fokozatos fejlődésének végén eléri a peridinium egyedfejlődési állapotot és így az életciklus eléri a kiindulási peridinium állapotot (1. ábra).

A *Peridinium aciculiferum* nagy egyedszámban való előfordulásának alapja a faj sajátos egyedfejlődési ciklusa:

- a kifejlett peridinium sejtéből exuviáció során létrejövő palmelloid sejt 20-30 mikrospórákat is produkál, amelyek nukleoid, majd gymnoid és legvégül ismét peridinium sejté alakulva többszörösét adják a kiindulási populációnak.

Úgy véljük, hogy az egyes Dinophyta fajok tömeges előfordulásának megértéséhez jelentősen hozzájárulhat a fajok egyedfejlődési fázisainak minél részletesebb megismerése. Mindemmel, ennek az irodalom alapján tipikusan kora tavasszal ill. télen megtalálható fajnak jég alatti ilyen nagy egyedszámban való előfordulása önmagában is kuriozitás.

5. Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Miniszterelnöki Hivatal Balaton-kutatási programja, a Országos Tudományos Kutatási Alap (F016455, F23761) és a Balaton Alapítvány (MTA-BLKD) támogatásával készült. Köszönettel tartozunk Budai Tünde-nek a rajzok elkészítésében nyújtott segítségéért.

6. Irodalom

- Carefoot, 1968. Culture and heterotrophy of the freshwater dinoflagellate *Peridinium cinctum* fo. *ovoplanum* Lindeman. J. Phycol. 4: 129-139.
- Entz, G. 1927. A Balaton Peridineiről. Über die Peridineen des Balaton-Sees. - Archivum Balaticum 1: 275-342.
- Entz, G., Sebestyén, O. 1936. Morfológiai, biológiai és physicochemiai tanulmányok a *Peridinium aciculiferum* Lemmermann-on, különös tekintettel a *Gymnodinium* formára. Morphologische, biologische und physico-chemische Untersuchungen - Magy. biol. kut. munk. Tihany 8: 14-73.
- Grigorovszky, I., Nagy, S., Klee R. in press. Data on regularity of occurrence of five freshwater Dinophyta. Verh. Intern. Ver. Limnol. 26.
- Hamar, J. 1976 a: Bacteriological and algological investigation of the bay at Abadszalók (Kisköre Reservoir). Tiscia (Szeged) 11: 85-92.
- Hortobágyi, T. 1973: The microflora in the settling and subsoil water enriching basins of the Budapest Waterworks. A comparative study in ecology, limnology and systematics. - Akadémiai Kiadó.
- Kol, E. 1938: Die Algenvegetation des Balaton-Sees. A Nagy Balaton algavegetációja. - Magy. biol. kut. munk. Tihany 10: 154-160.
- Kol, E. 1966: A Bakony területén 1965-ig végzett algológiai kutatások eredményeinek összefoglal. Fragm. bot. Mus. hist.-nat. hung. 4: 1-32.
- Lemmermann, E. 1900. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Ber. Dd. Deutschen Bot. Gesellschaft 1: 18.
- Nanwerck, A., 1963. Die Beziehungen zw. Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. Symbolae Botan. Uppsaliensis 17: 1-163.
- Ponyi, J., Tamás, G. 1964: Nanszakos változások vizsgálata a Tihany

- Schiefer, K., Urbányi, A. 1970: A Soroksári Duna-ág komplex higiéniés vizsgálata. - Hidrol. Közl. 50: 318-324.
- Schiller, J., 1935. Dinoflagellata. In: Rabenhorst's Kryptog.-Flora X. 3.
- Schiller, J. 1955: Untersuchungen an den planktischen Protophyten des Neusiedler Sees 1950-54. I. - Wiss. Arb. Burgenland 9: 1-66.
- Sebestyén, O. 1959: Társulási kapcsolatok a nyíltvízi planktonban balatoni tanulmányok alapján. Cönotische Beziehungen im Plankton des offenen Wassers. Eine auf Grund der Balaton-Forschung verfertigte Studie. - Ann. biol. Tihany 26: 277-315.
- Szemes, G. 1964: Untersuchungen über das Phytoplankton der ungarischen Donauabstrecke in Sommermonaten. (Danubialia Hungarica 25.) - Ann. univ. sci. Budapest. sect. biol. 7: 169-199.
- Szemes, G. 1967: Systematisches Verzeichnis der Pflanzenwelt der Donau mit einer zusammenfassenden Erläuterung. In: Liepolt, R.(ed.): Limn. der Donau. Schweizer-Bartsche Verl., Stuttgart 3:70-131.
- Szemes, G. 1971: Untersuchungen über das Phytoplankton des ungarischen Donauabschnittes in Frühjahrsmonaten. - Ann. univ. sci. Budapest. sect. biol. 13: 173-252.
- Uherkovich, G. 1956: Adatok a Scenedesmusok magyarországi előfordulásának ismeretéhez. - Pécsi Pedag. Főisk. évkönyve 1: 227-246
- Uherkovich, G. 1971 a: Über das Phytoseston der eutrophierten Theiss (Tisza). II. Zur Frage der indikator Algen für den eutrophierten Fluszsustand. - Tiscia (Szeged) 6: 19-24.
- Uherkovich, G. 1971 b: A tiszai ostoros moszatok és barázdásmoszatok taxonómiai és életmódtani áttekintése. - Bot. Közlem. 58: 117-124.
- Wojnarovich, E. 1938: Limnológiai tanulmányok a Horthy Miklós út melletti "Feneketlen tó"-n. Állattani Közl. 35: 13-42.

***Peridinium aciculiferum* Lemmermann (Dinophyta) under-ice population from the shallow lake Balaton**
Grigorszky, I., Padisák, J.

Abstract:

In March 1996 a dense population of *P. aciculiferum* was observed under thick ice and snow cover in the shallow lake Balaton. Composition and phytoplankton biomass are given in Table 1. The bulk of the population was in asexual phase during which dinoflagellates are very sensitive to environmental parameters. If any of them turns unfavourable, most of the population dies without producing cysts or other propagules for survival. In the Balaton population we found a quite special propagulum that we call microspora. The microspores appear as "orange-brown" bodies in high quantity, one cell may release 20-30 microspores. The paper tries to reconstruct the life cycle of *P. aciculiferum* (Figs 1-9, the figures were drawn from videoprinted images). If the microspores are propagula indeed, this can result in a much higher rate of population increase than it would be possible with the "traditional" doubling. It also may explain the rapid development of winter dinoflagellate blooms. Deeper knowledge on species life cycles of dinoflagellates would lead to a better understanding of different kinds of dinoflagellate blooms.

Keywords:

Peridinium aciculiferum, ontogenesis, microspore, winter bloom

