

Людмила ГАПОНОВА

**СЕЗОННІ ЗМІНИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА ВИДОВОГО
БАГАТСТВА АКТИНОФРІЇД (ACTINOPHRYIDA,
PROTISTA) ТА ЦЕНТРОХЕЛІД (CENTROHELIDA,
PROTISTA) У МОДЕЛЬНОМУ СТАВКУ**

Вивчення сезонних змін актинофрїїд та центрохелїд проводилося протягом року. Дані щодо популяційної динаміки актинофрїїд та центрохелїд подібні до таких в інших прїсноводних водоймах. Актинифрїїди, ураховуючи рїд Actinophrys, мають піки чисельности в червні й листопаді. Центрохелїди, ураховуючи види Choanocystis aculeata (Hertwig et Lesser, 1874), Polyplacocystis ambigua (Penard, 1904), P. pallida (Schulze, 1874), Raineriophrys fortisca (Nicholls, 1983), мають піки в серпні й жовтні.

Вступ. Актинифрїїди та центрохелїди — два з декількох гелїоморфних таксонів, що були виділені зі складу поліфілетичного таксону Heliozoa. За новїтніми даними родина Actinophryidae Claus, 1874 віднесена до групи Stramenopiles Patterson, 1989 (класстер Chromalveolata Adl et al., 2005). Центрохелїди — організми невизначеного систематичного положення [2]. Незважаючи на численні молекулярно-генетичних дослідження [5, 8, 7, 11] питання щодо їх місця у системі еукарїот залишається відкритим.

Представники актинофрїїд та центрохелїд є важливим компонентом водних біоценозів. Вони населяють різні типи водойм — морські, солонуваті, прїсні, болота. Незважаючи на те, що відомості щодо екології організмів цих груп містяться уже в деяких ранніх роботах [9], їхня роль у водних екосистемах до цього часу залишається нез'ясованою. Крім того, у більшості екологічних робїт вживається термін „сонцевіки“ без зазначення систематичної приналежности досліджених об'єктів. Ця обставина ще більше збїднює і так досить незначні екологічні дані про представників цих груп.

Тому інформація щодо екології актинофрїїд та центрохелїд украй обмежена, тоді як вони входять до складу мікробентосних угруповань і становлять певну ланку в іпостасі консументів у харчових ланцюгах [1].

Наше дослідження мало за мету з'ясувати характер сезонних змін чисельности та видового складу в популяціях актинофрїїд та центрохелїд. Для розв'язання зазначеної мети були поставлені такі завдання:

встановити видовий склад актинофрид і центрохелід та його зміну у водоймі протягом року, виявити характер залежності між деякими абіотичними факторами (температура води, рН) і динамікою чисельності організмів цих груп, характер пристосувань цих організмів до несприятливих умов середовища.

Матеріал і методи. Проби води відбирали щомісяця протягом року (02.02.07—02.02.08) у ставку поблизу села Хотова (околиці Києва). Збір матеріалу проводився у прибережній зоні за допомогою планктонної сітки (діаметр чарунок сітки 70 мкм). Проби води відбирали у трьох повторностях. Кожна проба одержана згущенням — через сітку проціджували 10 літрів води. Фіксувалися рН і температура води у водоймі.

Проби не фіксували, а обробляли свіжими протягом 2—7 годин. Перегляд проб проводили в чашках Петрі діаметром 55 мм під світловим мікроскопом Carl Zeiss-50 (збільшення $\times 160$). Виявлених центрохелід відсаджували на покривні скельця, висушували без попередньої фіксації і досліджувалися на скануючому електронному мікроскопі JSM-35С.

Підрахунок чисельності актинофрид та центрохелід проводився у такий спосіб: з кожної проби після перемішування відбирали три повторності води, кожна з яких об'ємом 5 мл. У цьому об'ємі підраховували кількість особин в 50 полях зору.

У зв'язку з тим, що актинофриди та центрохеліди виявилися нечисленними групами у вивченій водоймі, було неможливо отримати репрезентативні дані щодо їхньої абсолютної чисельності. Тому визначали відносні чисельності цих організмів як частоти зустрічей актинофрид та центрохелід (окремо для кожної групи). Останні підраховували як відношення полів зору, в яких зустрічаються організми вказаних груп, до загальної кількості проглянутих полів зору (стала величина — 450). За цими даними побудовані криві динаміки чисельності та видового складу актинофрид і центрохелід протягом року.

Для оцінки залежності між абіотичним фактором (температурою води у водоймі) і частотою зустрічей актинофрид та центрохелід у пробах використовували ранговий коефіцієнт кореляції Спірмана.

Результати та їх аналіз. У дослідженій нами водоймі виявлено чотири види центрохелід: *Choanocystis aculeata* (Hertwig et Lesser, 1874), *Polyplacocystis ambigua* (Penard, 1904), *P. pallida* (Schulze, 1874), *Raineriophrys fortisca* (Nicholls, 1983) та один вид актинофрид (*Actinophrys sp.*). Два з них (*Polyplacocystis ambigua* та *Raineriophrys fortisca*) є нові для фауни України.

У дослідженій нами водоймі спостерігалась зміна як видового багатства актинофрид та центрохелід, так і чисельності організмів цих груп (рис. 1, 2). Найбільше видове багатство спостерігалось у серпні.

При дослідженні можливого впливу абіотичних факторів визначали чи існує кореляція між температурою води у водоймі і частотою траплянь актинофрид та центрохелід у пробах. Протягом усього періоду спостережень активна реакція води була нейтральна (рН=7). Нами не виявлено достовірної кореляції між частотою зустрічей актинофрид та центрохелід у пробах і температурою води у водоймі, що, можливо, пов'язане з низькою чисельністю цих організмів.

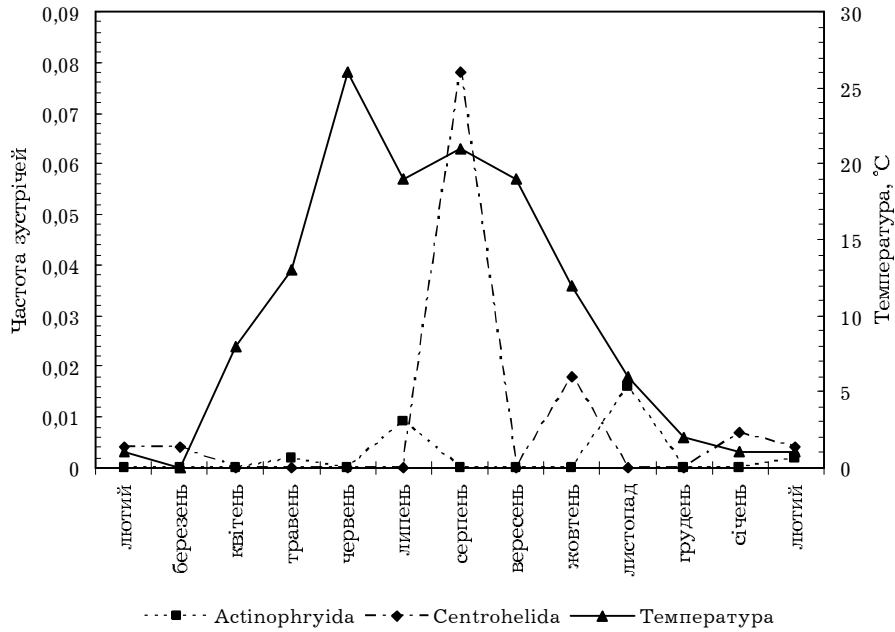


Рис. 1. Зміни чисельності актинофрийд та центрохелід упродовж року (02.02.07—02.02.08)

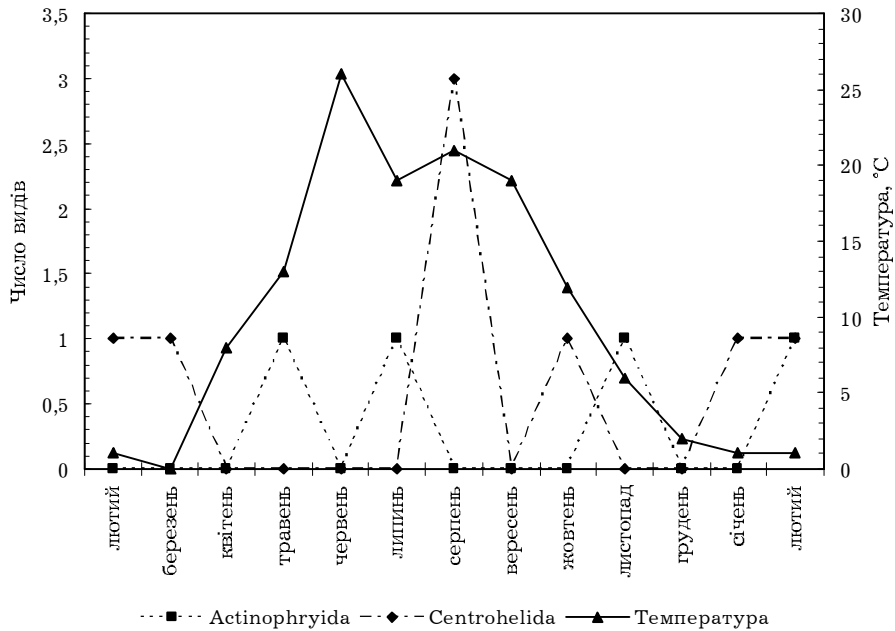


Рис. 2. Зміни видового багатства актинофрийд і центрохелід упродовж року (02.02.07—02.02.08)

Аналізуючи причини сезонних змін, слід зазначити таке: актинофриди і центрохеліди мають трофічну стадію та стадію цисти. Для актинофрид характерно, що трофічні індивіди не мають оболонки із кремнієвих структур, тоді як стадія цисти характеризується їхньою наявністю [3]. Більшість центрохелід має оболонку із кремнієвих структур, як на трофічній стадії, так і на стадії цисти. У процесі інцистування відбувається або додатковий відклад органічної речовини у вегетативний скелет *Choanocystis aculeata* (Hertwig et Lesser, 1874), *Raineriophrys erinaceoides* (Petersen et Hansen, 1960), *Raineriophrys echinata* (Rainer, 1968) або утворення інших скелетних елементів в *Acanthocystis turfacea* Carter, 1863, *A. penardi* Wailes, 1925, *Polyplacocystis ambigua* (Penard, 1904) [10].

Нами зареєстровано цисти *Ch. aculeata* та *P. pallida*, які були вкриті мукоїдним шаром у вигляді сітки і кріпилися до часточок детриту. Отже, для усіх зареєстрованих нами видів характерна наявність цист.

Для популяцій найпростіших часто характерні сезонні зміни, що залежать від кількості їжі, температури води, світлового режиму та паразитів [6]. Як звичайно, спостерігаються два піки чисельності. У різних організмів вони можуть припадати на різні місяці. Нами зареєстровано два піки чисельності актинофрид: весняний та осінній. Як відзначено у праці [4] перша поява актинофрид в епілімніоні спостерігається навесні або раннього літа, коли температура води рівномірно зростає від +6 °С у квітні до +18 °С у серпні. На нашому графіку відображена аналогічна тенденція. Перша поява актинофрид зареєстрована нами наприкінці квітня (температура води +13 °С), і потім спостерігається тенденція до зростання чисельності до середини літа (температура води +19 °С). Весняне зростання чисельності актинофрид, імовірно, пов'язане з двома основними чинниками. З одного боку, навесні відбувається поступове прогрівання водойми. Підвищення температури придонних шарів води спричиняє поступовий вихід особин із цист, що є в осадах, зосереджених на дні водойми. Показано, що максимальна кількість виведених особин при інкубації осадів зібраних як взимку, так і влітку спостерігається при +20 °С [4]. Отже, поступове прогрівання водойми і зростання температури води до її оптимальних для цих видів актинофрид значень сприяє виходу особин із цист, а отже, до поступового зростання чисельності вегетативних особин в епілімніоні. Температури вищі за оптимальну, напевне, будуть пригнічувати зазначений процес. Можливо, з цим і пов'язаний „провал“ наприкінці весни, коли нами спостерігались нетипово високі для травня температури. Температура води на момент відбору проб становила +26 °С. До того ж, у ставку в цей період спостерігалось різке зниження рівня води. З іншого боку, із зростанням середньої температури води в епілімніоні відбувається механічне перемішування води, пов'язане із зміною температури води в поверхневих шарах. Це, своєю чергою, спричиняє посилення латерального транспорту з літоральних осадів у сприятливіші фізико-хімічні умови [4]. Стосовно пояснення осіннього піку чисельності актинофрид у літературі є досить обмежені дані.

Порівнюючи сезонні зміни чисельності центрохелід та актинофрид, відзначаємо, що криві сезонної динаміки чисельності, характерні для

цих двох груп, мають різну форму. Для актинофріїд характерні піки чисельності, що припадають на весняно-літній і осінній періоди. Для центрохелід характерні літній та осінній піки чисельності. У роботах, в яких представлені результати дослідження сезонної динаміки чисельності на аналогічних типах водойм, представлені подібні криві динаміки чисельності центрохелід [6]. Проте, за даними цих авторів, максимальна чисельність центрохелід припадає на осінній пік, а в нашому дослідженні — на літній. Для з'ясування причин таких розбіжностей необхідні подальші дослідження із залученням більшої кількості чинників середовища, позаяк відсутність вегетативних стадій у пробах може бути зумовлена різними причинами, наприклад, переходом на стадію цисти. Оскільки оболонка цисти схожа з оболонкою вегетативної особини лише у *Ch. aculeata* (Rainer, 1968) та *P. pallida* (наші дані), то наявність цих видів у водоймі можна зареєструвати і за цистами. Щодо інших видів, то наразі не існує визначників актинофріїд та центрохелід за цистами. Регулярніші знахідки цист *Ch. aculeata* порівняно з цистами інших видів, можливо, є наслідком значно більшої чисельності цього виду у дослідженій водоймі.

Отже, постає питання про співвідносність вегетативної стадії і стадії цисти в життєвих циклах актинофріїд і центрохелід, а також про фактори, що спричиняють перехід до інцистування. *Ch. aculeata* в зимовий період (02.02.07, 29.12.07, 02.02.08) зареєстрований нами на стадії цисти. Встановлена також достовірна від'ємна кореляція між знаходженням цього виду на стадії цисти і температурою (Spearman R —0,59; t(N-2) — 2,42; p-level 0,034).

Протягом року відбувається зміна видового складу та чисельності центрохелід і актинофріїд. Максимальне видове багатство припадає на серпень. Криві динаміки чисельності центрохелід і актинофріїд не збігаються. Для актинофріїд характерні весняно-літній та осінній піки чисельності, а для центрохелід — літній та осінній піки чисельності. Зимовий період *Ch. aculeata* переживає на стадії цисти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Микрюков К. А. Центрохелидные солнечники (Centroheliozoa). — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. — 136 с.
2. Adl S. M., Simpson A. G. B., Farmer M. A. et al. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists // J. Eukaryot. Microbiol. 2005. — 52, — N 5. — P. 399—451.
3. Anderson O. R. Cytoplasmic origin and surface deposition of siliceous structures in Sarcodina // Protoplasma. — 1994. — 181. — P. 61—77.
4. Bell E. M., Guntram W. Benthic recruitment of zooplankton in an acidic lake // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2003. — 285, — 286.— P. 205—219.
5. Cavalier-Smith T., Chao E. E.-Y. Molecular Phylogeny of Centrohelid Heliozoa, a Novel Lineage of Bikont Eukaryotes That Arose by Ciliary Loss // J. Mol. Evol. 2003. — 56. — P. 387—396.

6. *Hitchman* R. B., *Jones* H. L. J. The role of mixotrophic protists in the population dynamics of the microbial food web in a small artificial pond // *Freshwater Biology*. 2000. — 43. — P. 231—241.

7. *Keeling* P. J., *Burger* G., *Durnford* D. G., *Lang* B. F., *Lee* R. W., *Pearlman* R. E., *Roger* A. J. and *Gray* M. W. The tree of eukaryotes // *Trends in Ecology and Evolution*. 2005. — 20, — N12. — P. 670—676.

8. *Nikolaev* S. I., *Berney* C., *Fahrni* J. F., et al. The twilight of Heliozoa and rise of Rhizaria, an emerging supergroup of amoeboid eukaryotes // *Evolution*. 2004. — 101, — N 21. — P. 8066—8071.

9. *Penard* E. Les Heliozoaires d'eau douce. — Geneve: Kъndig, 1904. — 341 p.

10. *Rainer* H. Urtiere, Protozoa, Wurzelfussler, Rhizipoda, Sonnentiechen, Heliozoa. // In *Die Tierwelt Deutschland*. / Eds. F. Dahl. Teil 56. — Jena: Gustav Fisher Verlag, 1968. — 176 s.

11. *Sakaguchi* M., *Nakayama* T., *Hashimoto* T., *Inouye* I. Phylogeny of the Centrohelida Inferred from SSU rRNA, Tubulins, and Actin Genestubulin // *J. Mol. Evol.* 2005. — 61. — P. 765—775.

SUMMARY

Ludmyla GAPONOVA

SEASONAL VARIATIONS OF NUMBERS AND SPECIES COMPOSITION OF ACTINOPHRYIDS AND CENTROHELIDS IN A MODEL POND

Seasonal variations of actinophryids and centrohelids were monitored for 1 year in a pond of Ukrainian Polissya. The data concerning population dynamics of actinophryids and centrohelids were shown to be similar to such data for other freshwater bodies. Actinophryids, including genus *Actinophrys*, peaked in June and November. Centrohelids including species *Choanocystis aculeata* (Hertwig et Lesser, 1874), *Polyplacocystis ambigua* (Penard, 1904), *P. pallida* (Schulze, 1874), *Raineriophrys fortisca* (Nicholls, 1933), peaked in August and October.