

УДК 574.583

В. М. Климюк, Н. М. Лялюк

**КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ
СЛОВ'ЯНСЬКИХ СОЛОНИХ ОЗЕР**

Узагальнено літературні дані та оригінальні матеріали щодо різноманіття водоростей планктону Слов'янських солоних озер. Фітопланктон представлений 334 видами водоростей (352 внутрішньовидовими таксонами) з дев'яти відділів. Найбільшу чисельність за багаторічними середніми даними було зареєстровано для оз. Гарячого, найменша — для оз. Ріпного. Найбільшу середню біомасу відзначено для оз. Сліпного. Визначено динаміку сезонних змін чисельності та біомаси, виділено комплекси домінантів фітопланктону для кожного з озер.

Ключові слова: фітопланктон, Слов'янські солоні озера, чисельність, біомаса.

Регіональний ландшафтний парк «Слов'янський курорт» (431 га), який було створено у грудні 2006 р., включає сезонний орнітологічний заказник «Приозерний» та пам'ятники природи державного значення озера Ріпне і Сліпне [9]. Вода та ґрязі досліджуваних непересихаючих карстових озер Ріпного, Вейсового, Гарячого і Сліпного мають лікувальне значення.

Вивчення флори і фауни Слов'янських озер проводилось епізодично з другої половини XVII ст. і було спрямовано на виявлення видового складу фітопланктону. Роботи з середини XX ст. були орієнтовані на виявлення ролі мікроорганізмів, що беруть участь у кругообігу речовин в озерах. Вперше визначення кількісних характеристик фауни і флори було проведено у 1972 р. робітниками Слов'янської гідрогеологічної режимно-експлуатаційної станції (СГГРЕС) в озерах Ріпному і Сліпному [2]. У період 1985—2002 рр. фахівцями СГГРЕС проводилися дослідження видового складу та чисельності планктону озер Ріпного, Вейсового і Сліпного з різною періодичністю.

Сучасні дані про склад, особливості розмірних характеристик водоростей планктону наведено раніше [6, 10]. Однак дані щодо кількісних показників фітопланктону озер Слов'янського курорту в літературі відсутні. У зв'язку з цим метою роботи було вивчення видового складу водоростей планктону і сезонної динаміки їхньої чисельності та біомаси.

© В. М. Климюк, Н. М. Лялюк, 2014

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом для роботи служили проби води (121), які відбирали щомісячно з травня по листопад 2007 р., з березня по листопад 2008 р., з квітня 2012 по червень 2013 р. в озерах Ріпному, Вейсовому, Гарячому і Сліпному. Водорості вивчали у живому та фіксованому стані за допомогою світлового мікроскопа МБІ-3 зі збільшенням $\times 40$ і $\times 90$ (з імерсією) і світлового мікроскопа Micros MC 50 (Австрія) з аналогічним збільшенням. Визначення видової приналежності і складання систематичних списків проводили з використанням визначників водоростей морських і прісних вод за прийнятими в них системами [1, 3, 5, 8, 11—14, 16] з уточненнями по «Algae of Ukraine» [17, 18] та «Cyanoprokaryota» [19]. Види, відсутні в «Algae of Ukraine», подані згідно класифікації, прийнятій у базі www.algae-base.org. Чисельність водоростей у пробах визначали під мікроскопом за допомогою камери Горяєва (обсяг $0,9 \text{ мм}^3$). Для визначення біомаси водоростей використовували лічильно-об'ємний метод. Об'єм клітин водоростей визначали стереометричним методом (не менше ніж у 20 організмів) [15]. Визначення сухого залишку проводили методом випарювання за методикою [4]. Всі дані кількісного аналізу оброблено методами варіаційної статистики.

Результати досліджень та їх обговорення

За даними СГГРЕС, середня мінералізація озер (метод підсумовування основних аніонів і катіонів) за період 2007—2012 рр. складала: в оз. Ріпному — $23,10 \pm 4,30 \text{ г/дм}^3$, Вейсовому — $66,94 \pm 23,67$, Сліпному — $5,87 \pm 0,63 \text{ г/дм}^3$ [10]. Згідно з нашими даними, мінералізація (метод випарювання) у червні 2013 р. дорівнювала: в оз. Ріпному — $31,74 \text{ г/дм}^3$, Вейсовому — $71,79$, Гарячому — $60,12$, Сліпному — $5,59 \text{ г/дм}^3$. Слід відзначити, що при порівнянні наявних даних СГГРЕС за 1972—1983 рр. з даними за 2007—2012 рр. було виявлено збільшення мінералізації для оз. Ріпного у 1,46 рази і Вейсового — у 1,9 рази.

На підставі оригінальних матеріалів, даних робочих журналів СГГРЕС та літературних джерел [17—19] встановлено, що фітопланктон озер представлений 334 видами водоростей (352 внутрішньовидовими таксонами) з дев'яти відділів, 38 порядків, 71 родини і 138 родів (табл.1).

Найбільш представленим був відділ Bacillariophyta (49,4% загальної кількості ввт). Також значною кількістю видів відзначались відділи Cyanoprokaryota та Chlorophyta (відповідно 18,5% та 17,9% загальної кількості ввт).

При дослідженні озер було визначено кількісні характеристики водоростей планктону (табл. 2). В середньому для озер чисельність становила $4,51 \pm 8,32 \text{ млн. кл/дм}^3$, біомаса — $2,088 \pm 2,417 \text{ мг/дм}^3$. Найбільшу чисельність за багаторічними середніми даними було зареєстровано для оз. Гарячого ($11,8 \pm 15,2 \text{ млн. кл/дм}^3$). В озерах Сліпному і Вейсовому чисельність була в 3—5 разів нижчою (відповідно $3,69 \pm 2,97$ і $2,15 \pm 1,72 \text{ млн. кл/дм}^3$). Найменшу середню чисельність було зареєстровано для оз. Ріпного — $0,41 \pm 0,49 \text{ млн. кл/дм}^3$. Найбільшу середню біомасу відзначено для оз. Сліпного ($3,941 \pm 4,600 \text{ мг/дм}^3$). Для решти озер середньосезонна біомаса була у 3—4 рази меншою.

1. Систематична структура фітопланктону Слов'янських озер

Відділи	Класи	Порядки	Родини	Роди	Види (ввт)
Cyanoprocarvota	2	3	10	24	64 (65)
Euglenophyta	1	1	1	5	18 (22)
Chrysophyta	1	2	5	7	7 (7)
Dinophyta	1	2	3	6	9 (9)
Xanthophyta	1	2	3	5	6 (6)
Cryptophyta	1	1	1	1	3 (3)
Bacillariophyta	2	14	28	55	162 (174)
Chlorophyta	5	11	18	33	62 (63)
Charophyta	1	2	2	2	3 (3)
Всього	15	38	71	138	334 (352)

Найбільшу чисельність фітопланктону в оз. Ріпному спостерігали наприкінці зими — на початку весни, а також влітку (див. табл. 2). Найбільшого показника чисельність фітопланктону досягала у березні (0,608 млн. кл/дм³), найменшого — у січні (0,011 млн. кл/дм³).

Біомаса фітопланктону в оз. Ріпному мала аналогічні чисельності максимуми, однак спостерігався ще один пік у вересні (6,246 мг/дм³), що обумовлено наявністю у планктоні частин талому водорості *Ulva intestinalis* L. var. *crispa* (Roth) C. Agardh, яка є типовим представником обростань на плитах на південно-східному березі озера протягом року. Слід зазначити, що серед наявних піків показників біомаси найбільш вираженими були піки у березні (5,265 мг/дм³) та вересні (6,246 мг/дм³), у той час як пік у червні був меншим у 4,6—5,5 рази. Найменший показник біомаси було зареєстровано в січні (0,0045 мг/дм³).

При порівнянні отриманих даних з даними СГГРЕС за чисельністю фітопланктону у 1985—2002 рр. було виявлено, що вони мають спільні тенденції: чисельність найбільша наприкінці зими та влітку і найменша наприкінці осені — на початку зими.

В оз. Вейсовому динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами у травні (9,918 млн. кл/дм³) та жовтні-листопаді (2,366—2,614 млн. кл/дм³) (див. табл. 2). Найменшу чисельність було зареєстровано у березні (0,154 млн. кл/дм³). Біомаса в цілому стрімко збільшувалась у квітні (1,503 мг/дм³) і поступово зменшувалась до вересня (0,218 мг/дм³). Протягом літа відбувалися незначні її коливання. Однак у жовтні спостерігалось значне збільшення цього показника, що навіть перевищувало літні дані (2,671 мг/дм³). Таке стрімке підвищення біомаси було пов'язано зі збільшенням чисельності водоростей. Значне підвищення чисельності фітопланктону в оз. Вейсовому у травні на фоні відносно малого підвищення біомаси було пов'язано з масовим розвитком дрібноклітинних видів водоростей, що співпадає з раніше отриманими даними [6].

2. Кількісні показники розвитку фітопланктону (середні) Слов'янських озер

Місяці	Оз. Ріпне		Оз. Вейсове		Оз. Гаряче		Оз. Сліпне	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
Січень	0,011	0,004	0,233	0,406	0,048	0,086	0,004	0,030
Лютий	0,451	3,360	1,112	0,695	0,159	0,710	0,2561	2,746
Березень	0,608	5,265	0,154	0,096	0,041	0,148	0,292	1,227
Квітень	0,105	0,063	0,417	1,503	0,145	0,542	0,460	0,992
Травень	0,049	0,078	9,918	2,196	3,685	4,400	7,690	4,891
Червень	0,447	1,137	1,458	1,581	1,560	2,580	4,228	10,772
Липень	0,247	0,649	2,046	2,011	0,869	1,564	2,325	2,858
Серпень	0,513	0,998	0,640	1,091	30,479	2,093	13,978	15,961
Вересень	0,228	6,246	1,087	0,218	59,755	1,396	5,213	2,119
Жовтень	0,181	0,216	2,366	2,671	25,336	1,781	3,497	1,083
Листопад	0,057	0,296	2,614	0,570	1,187	0,204	0,445	0,025
Грудень	0,016	0,006	0,496	0,240	0,039	0,050	0,141	0,107

Примітка. *N* — чисельність, млн. кл/дм³; *B* — біомаса, мг/дм³.

Цікаво відзначити, що не дивлячись на схожість динаміки, у різні роки її забезпечували різні види, хоча всі вони були присутні у фітопланктоні щорічно, але на правах домінування виступали по черзі. Так, у травні 2007 р. основний вклад у чисельність вносили *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis та *Oocystis lacustris* Chodat; у 2008 р. — *O. lacustris* та *Ankyra ocellata* (Korschikov) Fott; у 2012 р. — *Chaetoceros muelleri* Lemmerm. Збільшення чисельності та зниження біомаси у листопаді пов'язано з розвитком дрібноклітинних *Cylindrotheca closterium* та *Chaetoceros muelleri*, з одночасним зменшенням у чисельності частини середніх за розміром видів р. *Navicula*.

Порівняння отриманих даних з даними СГГРЕС за чисельністю водоростей планктону у 1985—2002 рр. свідчить про схожість динаміки. Найбільша чисельність спостерігалася навесні (у квітні-травні), а найменша — взимку (у грудні-січні).

Найбільшу чисельність в оз. Гарячому зареєстровано у вересні (59,754 млн. кл/дм³) (див. табл. 2). Найменшою чисельністю фітопланктон відзначався у грудні (0,039 млн. кл/дм³). Коливання біомаси менш значні, на загальному фоні відмічалася підвищення біомаси у травні (4,4 мг/дм³). Зростання чисельності в період серпень — жовтень пов'язано з масовим розвитком досить дрібноклітинних видів зелених водоростей *Pseudoschroederia robusta* (Korschikov) E. Hegew. et Schnepf у 2007-2008 рр. і *Ankyra ocellata* — у 2012 р. *Pseudoschroederia robusta* розвивалася настільки активно, що у вересні 2007 р. становила 99% усієї чисельності фітопланктону і 91% усієї біомаси. Підвищення біомаси фітопланктону в травні було наслідком роз-

витку діатомової водорості *Achnanthes brevipes* C. Agardh var. *brevipes*, яка в окремих випадках формувала більш-менш довгі ланцюжки.

В оз. Сліпному динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами у травні (7,7 млн. кл/дм³) та серпні (13,98 млн. кл/дм³) (див. табл. 2). Найменшу чисельність було зареєстровано взимку, в січні (0,004 млн. кл/дм³). Біомаса мала три піки: у лютому (2,746 мг/дм³), червні (10,772) та серпні (15,961 мг/дм³). Найменшу біомасу було зареєстровано у листопаді (0,025 мг/дм³).

Підвищення чисельності фітопланктону в оз. Сліпному в серпні щорічно було пов'язано з масовим розвитком синьозелених водоростей р. *Jaaginema* та зі значною часткою діатомової водорості *Nitzschia paleacea* (Grunow in Cleve et Grunow) Grunow in Van Heurck і зелених водоростей р. *Monoraphidium*. Дрібні розміри клітин останніх і, відповідно, їх невеликий внесок у біомасу, компенсувався значною представленістю наступних крупноклітинних видів: *Euglena oxyuris* Schmarada f. *oxyuris*, *E. clara* Skuja, *Gymnodinium uberrimum* (G.J. Allman) Kof. et Swezy. Завдяки цьому досягалося узгоджене підвищення показників чисельності та біомаси у зазначений період.

Підвищення біомаси фітопланктону в оз. Сліпному на фоні зниження чисельності у червні в усі роки було пов'язано з розвитком крупних видів водоростей, проте в 2007—2008 рр. це були динофітові *Gymnodinium uberrimum* і *Peridiniopsis oculatum* (F. Stein) Bourg., а у 2012 р. характер домінування різко змінився і на кількісні показники стали впливати синьозелені — *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Aphanothece bachmannii* Komárk.-Legn. et Cronberg, *Aphanocapsa delicatissima* W. West et G.S. West. Стрімке підвищення біомаси у лютому, неузгоджене з підвищенням чисельності, було пов'язано з розвитком крупноклітинної водорості *Peridiniopsis oculatum*.

Порівняння отриманих даних з даними СГГРЕС за чисельністю фітопланктону у 1985—2002 рр. виявило значні відмінності. Це може бути пов'язано з процесами штучного осолонення озера (планові заходи з додаванням солей), яке відбувається в останні роки з метою перетворення озера у солоне та подальшого видобутку з нього лікувальних грязей. Вірогідно, саме такі заходи є причиною істотних змін кількісних показників фітопланктону.

Висновки

У фітопланктоні Слов'янських солоних озер виявлено 334 види водоростей (352 види і внутрішньовидові таксони) дев'яти відділів, 38 порядків, 71 родини і 138 родів.

В озерах Ріпному та Вейсовому переважно домінують діатомові види водоростей, лише в окремі періоди року відбувається зміна домінантів на види Chlorophyta. У Ріпному у водоростевих комплексах частіше траплялися *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*, *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round, влітку та восени — *Oocystis lacustris*, *Ankyra ocellata*. У Вейсовому це були переважно *Cylindrotheca closterium*, *Navicula lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb. var. *lan-*

ceolata, навесні — *Oocystis lacustris*, влітку та восени — *Ankyra ocellata*. В оз. Гарячому формується хлорококовий комплекс за участі діатомових та динофітових водоростей. Протягом року домінують зелені — *Pseudoschroederia robusta*, *Ankyra ocellata*, лише навесні поширені види інших відділів — *Cymbella tumidula* Grunow in A.W.F. Schmidt et al. (діатомові) та *Gymnodinium uberrimum* (динофітові). В оз. Сліпному навесні та влітку формувався синьозелено-хлорококовий комплекс з участю динофітових (роди *Jaagineta* та *Monoraphidium*, *Gymnodinium uberrimum*, *Peridiniopsis oculatum*), восени — діатомовий комплекс (*Nitzschia paleacea*, *Chaetoceros muelleri*), взимку спостерігався перехід від хлорококового (*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárk.-Legn.) до динофітового (*Peridiniopsis oculatum*) комплексу. Отримані дані підтверджують тенденції, які були визначені нами раніше [7, 10].

Найбільша чисельність фітопланктону, за багаторічними середніми даними, була зареєстрована для оз. Гарячого. Найбільша середня біомаса відзначена для оз. Сліпного. Абсолютні показники чисельності та біомаси фітопланктону значно відрізняються щороку у тих самих озерах. Слід відзначити, що в один і той самий рік кількісні показники в одному озері можуть бути найбільшими і, водночас, для іншого озера — найменшими за той самий період досліджень. Тобто на кількісні показники фітопланктону впливають не кліматичні умови (всі озера розташовані близько одне від одного), а наявність піків розвитку водоростей, ймовірно, пов'язана з внутрішніми процесами водойм, спричинених антропогенним втручанням та особливостями підземного живлення озер. Оскільки кількісні показники досягають високих значень, було підтверджено думку багатьох дослідників про зростання біологічної продуктивності даних озер [2, 9].

**

Обобщены литературные и оригинальные данные о разнообразии водорослей планктона Славянских солёных озёр. Фитопланктон представлен 334 видами водорослей (352 внутривидовыми таксонами) из девяти отделов. Наибольшая численность, по многолетним средним данным, была зарегистрирована для оз. Горячего, наименьшая — для оз. Репного. Наибольшая средняя биомасса отмечена для оз. Слепного.

**

There are 334 species of algae (352 intraspecific taxa) of 9 departments identified in lakes of Slavyansk. The highest number of multi-year average data was registered for lake Goryachee, the lowest — for lake Repnoe. The highest average biomass was noted for lake Sleпноe. The dynamics of seasonal changes in abundance and biomass defined for each of the lakes.

**

1. Ветрова З.И. Флора водорослей континентальных водоёмов Украины. Эвгленофитовые водоросли. — Киев: Наук. думка, 1993. — 260 с.
2. Водно-солевой баланс Славянских озёр (Гидролого-гидрохимические работы 1972 года). — М.: Б.и., 1973. — Т. 1. — 256 с.
3. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезелёные водоросли. — М.: Сов. наука, 1953. — 650 с.

4. ГОСТ 18164-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка»
5. Дегусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкробатов Л.А. Зелёные водоросли. Класс Вольвоксовые. — М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1959. — 232 с.
6. Климюк В.Н. Размерные характеристики фитопланктона Славянских соленых озер // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону. — 2012. — № 1 (12). — С. 88—96.
7. Климюк В.Н. Сукцессионные изменения фитопланктона озер РЛП «Славянский курорт» // Від заповідання до збалансованого природокористування: Матеріали міжнарод. наук. конф., 20—22 бер. 2013 р., м. Донецьк. — Донецьк, 2013. — С. 131—132.
8. Криштофович А.Н. Диатомовый анализ. Кн. 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales / Под общ. ред. А. Н. Криштофовича. — М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1950. — 402 с.
9. Лещенко Г. Региональный ландшафтный парк «Славянский курорт» // Экол. газета «Наш край». — 2007. — № 19 (261). — С. 3.
10. Лялюк Н.М., Климюк В.Н. Фитопланктон славянских соленых озер (Украина) // Альгология. — 2011. — Т. 21, № 3. — С. 321—328.
11. Матвиенко А.М. Золотистые водоросли. — М.: Сов. наука, 1954. — 190 с.
12. Матвієнко О.М., Литвиненко Р.М. Пірофітові водорості — Pyrophyta. — К.: Наук. думка, 1977. — 388 с.
13. Матвієнко О.М., Догагіна Т.В. Жовтозелені водорості. — К.: Наук. думка, 1978. — 512 с.
14. Мошкова Н.О. Улотриксіві й кладофорові водорості. — К.: Наук. думка, 1979. — 500 с.
15. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 336 с.
16. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. — Киев: Наук. думка, 1990. — 208 с.
17. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 1. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Vasser, E. Nevo. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. — 713 p.
18. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 2. Bacillariophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Vasser, E. Nevo. — Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2009. — 413 p.
19. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprocaryota. Т. 2: Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. — Jena: Elsevier, 2005. — Bd. 19/2. — 759 S.