

Особливості формування й функціонування фітопланктону малих водосховищ

Шелюк Ю.С.

Житомирський державний університет імені Івана Франка, кафедра ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття,

вул. В. Бердичівська, 40, Житомир 10002, Україна

Shelyuk_Yulya@ukr.net

Надійшла до редакції 17.01.2022. Після доопрацювання 11.04. 2022. Підписана до друку 24.04.2022.

Опублікована 22.06.2022

Реферат. Досліджено закономірності формування й функціонування фітопланктону малих водосховищ басейну річок Прип'ять і Тетерів. З'ясовано, що за видовим багатством у цих водоймах переважають представники відділів *Chlorophyta* (32,7% загальної кількості видів) і *Bacillariophyta* (24,6%). Встановлено, що зі зростанням площі та об'єму водосховищ в них збільшується видове різноманіття *Cyanobacteria*, у менших за площею водоймах лідирують *Euglenozoa*. Визначено основні абіотичні параметри, які зумовлюють зміни структурних показників фітопланктону досліджуваних водойм, а також основні відмінності структурно-функціональних характеристик фітопланктону малих водосховищ, збудованих на поліських річках, у порівнянні з великими дніпровськими та волзькими. Встановлено достовірну кореляцію між біомасою фітопланктону малих водосховищ і рН ($r = 0,55$), вмістом фосфору фосфатів ($r = 0,46$), кольоровістю ($r = -0,36$) і вмістом загального нітрогену ($r = -0,61$). Абіотичними чинниками, які визначають величину інформаційного різноманіття у водосховищах, є вміст фосфору фосфатів ($r = -0,73$), рН ($r = 0,63$), кольоровість води ($r = -0,62$). Особливістю малих водосховищ у порівнянні з великими дніпровськими та волзькими є високий рівень інтенсивності фотосинтезу за порівняно невеликої біомаси фітопланктону, зумовлений їх значною оптичною глибиною та особливостями перебігу продукційних процесів мілководь, які займають значні площі акваторій малих водосховищ.

Ключові слова: фітопланктон, чисельність, біомаса, первинна продукція, малі водосховища, рівень трофії

© Шелюк Ю.С., 2022

Вступ

Пізнання закономірностей структурно-функціональної організації водних екосистем є необхідною передумовою для об'єктивної оцінки їх стану, прогнозу змін і раціонального використання водних ресурсів. Формування й функціонування фітопланктону в екосистемах тісно пов'язані з дією природних та антропогенних чинників. Зарегулювання поліських річок та їхня масштабна меліорація, антропогенне забруднення, вплив на гідробіоту змін клімату викликали глибокі екологічні наслідки в минулому столітті (Krakhmalnyi, 1990; Shelyuk, Astahova, 2021). Невід'ємним елементом ландшафтів стали малі водосховища, які утворилися внаслідок гідробудівництва на річках. Регулюючи стік річок, вони не лише відіграють значну роль у зміні їх властивостей і формуванні відповідного гідрологічного й гідрохімічного режимів, а й суттєво впливають на хід біологічних процесів (Margalef, 1975; Kimmel, Groeger, 1984; Soballe, Bachmann, 1984; Reynolds, 1999; Omar, Makhloogh, 2014; Shelyuk, 2019).

Незважаючи на те, що в літературі достатньо висвітлені дані щодо структури і часової динаміки фітопланктону великих водосховищ (Straskraba et al., 1990; Kozhova, Erbaeva, 1992; Schetagne, 1992; Holz et al., 1997; Okhapkin, 1997; Mineeva, 2009), у т.ч. дніпровських (Priymachenko, 1981; Scherbak, 2000; Maistrova, 2003), питання, які стосуються фітопланктону малих водосховищ, здебільшого залишаються поза увагою фахівців. Дослідження цих водойм є актуальними, оскільки дозволяють встановити закономірності формування й функціонування автотрофної ланки антропогенно змінених водних екосистем, які є джерелом біоресурсів, питної й технічної води для населення, об'єктами рекреації, іригації, спортивного й промислового рибництва тощо.

Мета роботи – встановити закономірності формування й функціонування фітопланктону малих водосховищ.

Матеріали та методи

Матеріалом для роботи слугували альгологічні проби, відібрані впродовж 2003–2020 рр. на малих водосховищах, збудованих на водотоках у басейні рік Прип'ять й Тетерів. Проби відбирали переважно щомісяця впродовж трьох вегетаційних сезонів (березень–листопад), рідше – подекадно, й опрацьовували загальноприйнятими методами (Методи ..., 2006). Загалом було відібрано і оброблено 580 альгологічних проб. Таксономічна номенклатура водоростей представлена відповідно до міжнародного електронного каталогу AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2022, www.algaebase.org).

Сапробіологічна оцінка якості води наведена за методом Пантле-Букка (Pantle, Buck, 1955) у модифікації Сладечека (Sládeček, 1986). Різноманіття фітопланктону оцінювали за індексом Шеннона (Odum, 1986). Паралельно з відбором альгологічних проб визначали гідрохімічні й гідрофізичні параметри вод, які були наведені в попередніх публікаціях (Shelyuk, 2000; Linnik et al., 2016). Первинну продукцію фітопланктону й деструкцію органічної речовини визначали кисневою модифікацією склянкового методу на горизонтах 0;10; 0,25; 0,5 і 1,0 м у добовій експозиції (Shelyuk, 2017). Оцінку трофічного статусу водосховищ за біомасою й первинною продукцією фітопланктону здійснювали методом, описаним в літературі (Методи..., 2006). Морфометричні характеристики водосховищ наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Характеристика досліджених водосховищ

Водосховище (координати)	Проектні дані							
	Річка, на якій збудоване водсх	Рік введення в експлуатацію	Довжина греблі, м	Висота греблі, м	Площа водного дзеркала, га	Повний об'єм млн. м ³	Корисний об'єм, млн. м ³	Водообмін
Басейн Тетерева								
Денишівське (50°12'29.3"N 28°24'32.2"E)	Тетерів	1978	44 0	28	255	12,95	2,16	0,17
Житомирське (50°14'05.3"N 28°36'37.9"E)	Тетерів	1964	14 5	22	390	13,00	3,83	0,29
Бердичівське (49°53'19.7"N 28°34'43.1"E)	Гнилоп'ять	1948	–	–	95	1,40	1,20	–
Басейн Прип'яті								
Новоград-Волинське (50°35'53.3"N 27°37'28.0"E)	Случ	1959	90	4	93	1,80	1,70	–
Миропільське (50°06'26.2"N 27°41'24.9"E)	Случ	1957	34	4	11	–	–	–

П р и м і т к а . Проектні дані наведено згідно літературних даних (Mokrytsky, 1999; Water..., 2014). Знаком «—» позначені відомості, не знайдені в літературі.

Результати та обговорення

Упродовж 2003–2020 рр. у фітопланктоні п'яти водосховищ (Денишівського, Житомирського, Бердичівського, Миропільського та Новоград-Волинського) ідентифіковано 284 види водоростей, представлених 307 внутрішньовидовими таксонами з номенклатурним типом виду включно, які за відділами розподілилися наступним чином: *Cyanobacteria* – 35 видів (36 ввт), *Euglenozoa* – 39 (54), *Ochrophyta* – 24 (25), *Bacillariophyta* 70 (72), *Miozoa* – 15 (16), *Cryptophyta* – 3 (3), *Chlorophyta* – 93 (96), *Charophyta* – 5 (5) (рис. 1).

У цілому фітопланктон досліджуваної системи водойм формували водорості з 14 класів, 28 порядків, 50 родин і 123 родів. За видовим багатством переважали *Chlorophyta* (32,7% загальної кількості видів) та *Bacillariophyta* (24,6%). Таке співвідношення мали флори планктону кожного водосховища (див. рис. 1). Найбагатшим за кількістю видів водоростей був планктон Житомирського вдсх, яке має найбільшу серед досліджуваних водойм площу водного дзеркала (390 га) і приймає води річок Гуйва й Гнилоп'ять. Встановлено, що зі зростанням площі та об'єму водосховищ збільшується видове багатство *Cyanobacteria*: зокрема у Житомирському та Денишівському водосховищах вони займають третє місце за числом видів (13,8–14,2%), у менших за площею водоймах – Бердичівському, Новоград-Волинському й Миропільському – лідирують *Euglenozoa*. Водночас зі зростанням площі водойм збільшується частка *Miozoa*.

У водосховищах кількість таксонів рангом нижче роду тісно корелює з площею їхніх акваторій ($r = 0,80$, $p = 0,0005$, $n = 35$), хоча для незарегульованих ділянок річок, на яких ці водойми створені, достовірна кореляція між кількістю видових і внутрішньовидових таксонів водоростей та площею басейну не зафіксована (Шелюк, 2020). Помірний зворотній вплив на кількість видів має кольоровість води ($r = -0,56$, $p = 0,000001$, $n = 35$).

Середні значення родових коефіцієнтів (РК) зменшувалися в ряду: Денишівське водосховище (2,04) → Житомирське (2,00) → Бердичівське (1,80) → Новоград-Волинське (1,61) → Миропільське (1,36). Збільшення вмісту хлоридів, загального нітрогену й фосфору фосфатів зумовлює зниження родових коефіцієнтів (рис. 2) внаслідок зростання частки монотипових видів у загальному складі фітопланктону водойм ($r = -0,86$, $p = 0,000002$, $n = 30$; $r = -0,58$, $p = 0,0007$, $n = 30$; $r = -0,58$, $p = 0,0005$, $n = 30$ відповідно).

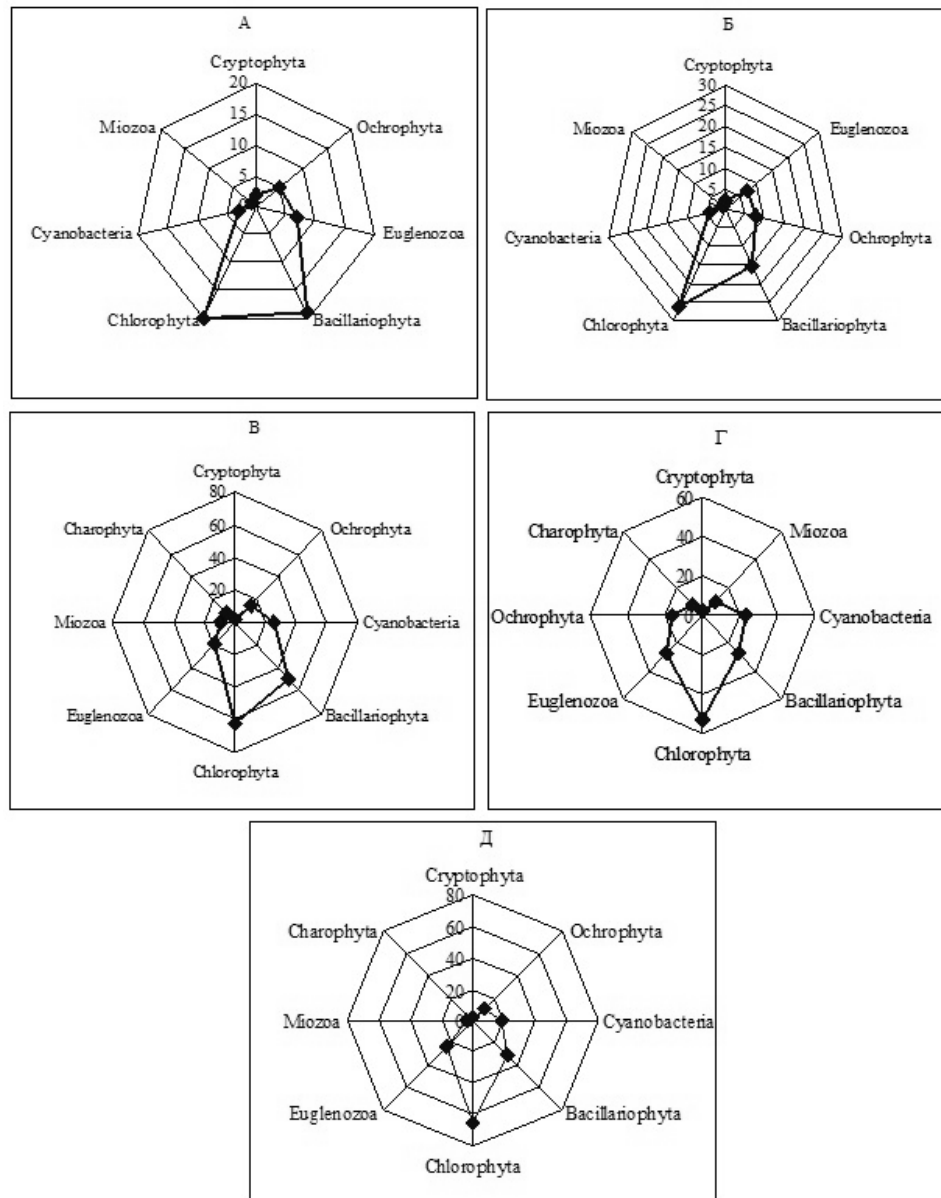


Рис. 1. Таксономічний склад фітопланктону малих водосховищ Українського Полісся: А – Житомирське; Б – Денишівське; В – Бердичівське; Г – Новоград-Волинське; Д – Миропільське

Зі зростанням вмісту загального нітрогену спостерігається збільшення відношення числа видів до числа внутрішньовидових таксонів ($r = 0,93$, $p = 0,000001$, $n = 30$). Зростання вмісту загального нітрогену у досліджуваних водоймах обумовлює посилення флористичної ролі дрібноклітин-

них центричних діатомових, свідченням чого є позитивна кореляція між діатомовим коефіцієнтом та вмістом загального нітрогену ($r = 0,67, p < 0,000001, n = 30$).

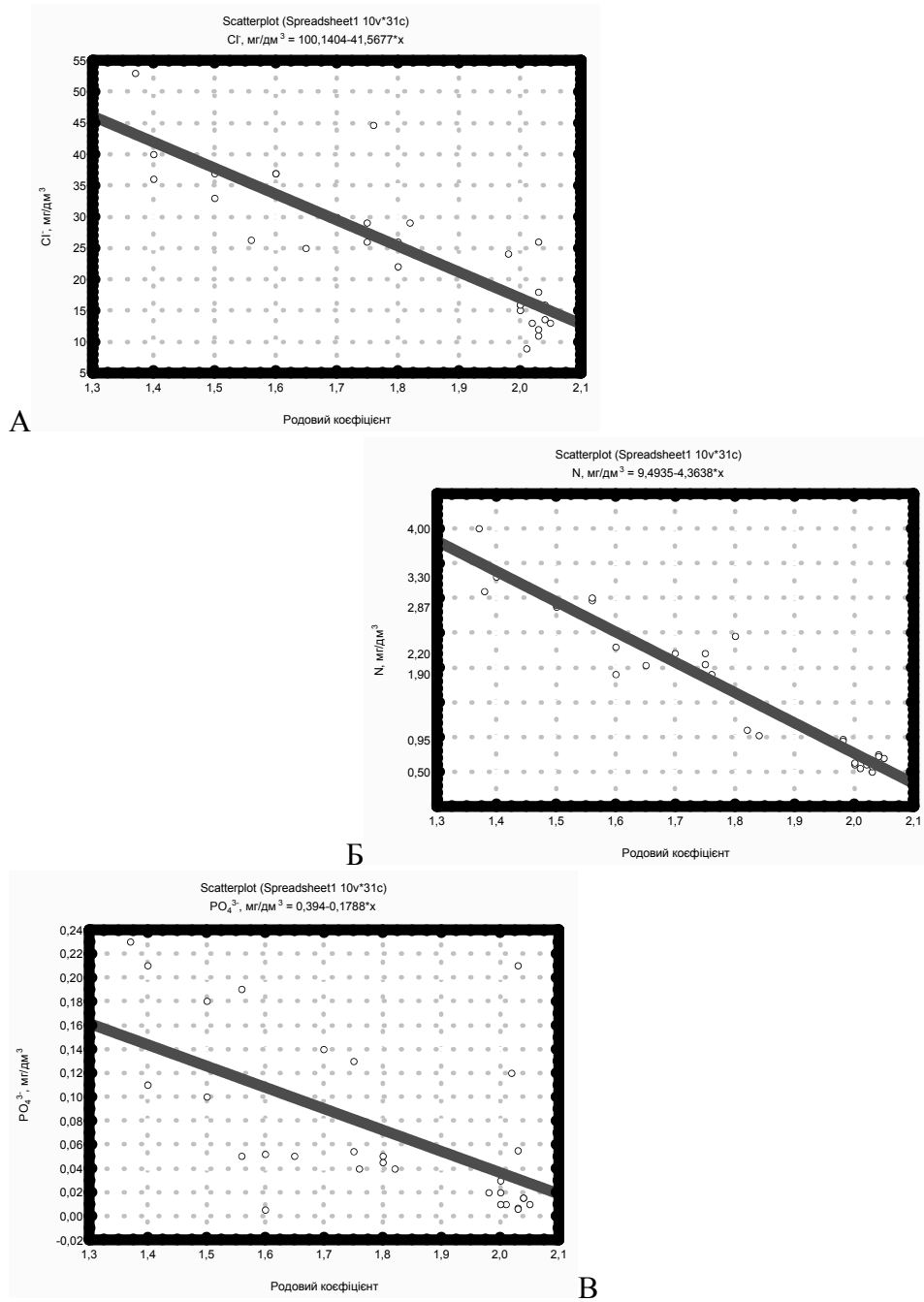


Рис. 2. Залежність між вмістом хлоридів (А), загального нітрогену (Б), фосфору фосфатів (В) і родовим коефіцієнтом у малих водосховищах

Оцінка багаторічної динаміки таксономічного складу фітопланктону водосховищ на рівні класів засвідчила переважання в кожному з них *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Суанophyceae*, *Euglenophyceae* та *Trebouxiophyceae*. Провідними порядками у більшості водойм були *Euglenida*, *Sphaeropleales*, *Chlorellales*, *Chlamydomonadales*, *Oscillatoriales*, *Bacillariales*, *Peridinales*, *Naviculales*, *Thalassiosirales* і *Chroococcales*.

До провідних за числом видів родин у малих водосховищах слід віднести: *Euglenidae*, *Scenedesmaceae*, *Oocystaceae*, *Bacillariaceae*, *Fragilariaceae*, *Chlorellaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Selenastraceae*, *Naviculaceae* та *Stephanodiscaceae*. У Житомирському, Бердичівському і Денишівському водосховищах до провідних також належать родини *Oscillatoriaceae* та *Peridiniaceae*, у менших за площею та об'ємом водосховищах Миропільському та Новоград-Волинському – *Dinobryaceae*. Провідними родами у всіх водосховищах були *Trachelomonas* Ehrenberg, *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, *Nitzschia* Hassall, *Chlamydomonas* Ehrenberg, *Kephyrion* Pascher. У Житомирському, Денишівському та Бердичівському водосховищах відмічена значна наповненість видами родів *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, *Navicula* Bory, *Peridinium* Ehrenberg. У Миропільському та Новоград-Волинському зафіксовано найбільшу кількість одно- та двовидових родів (86 та 91% відповідно).

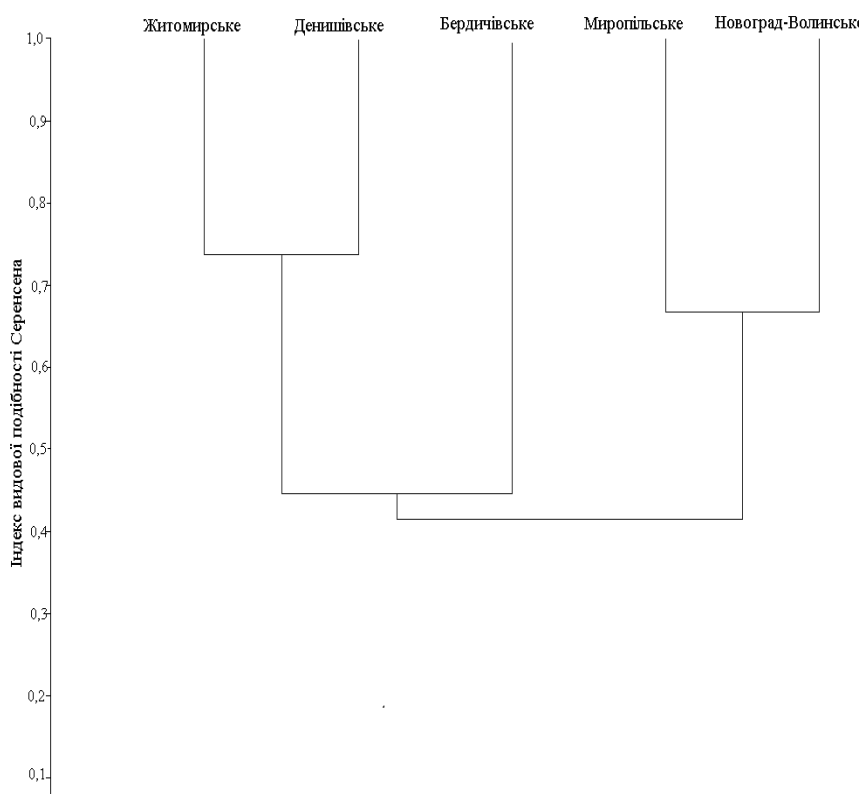
У досліджуваних водоймах із частотою трапляння понад 50% відмічено 16 видів: *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák, *Oscillatoria planctonica* Woloszynska, *O. amphibia* C.Agardh ex Gomont, *Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet & Flauhault, *A. scheremetieviae* Elenkin, *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flauhault, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *C. bodanica* Eulenstein ex Grunow, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Chlamydomonas monadina* (Ehrenberg) F.Stein, *C. globosa* J.W.Snow, *Desmodesmus communis* (E.Hegew) E. Hegew, *Schroederia setigera* (Schröder) Lemmermann, *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein, *T. volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg, *Chrysococcus rufescens* G.A.Klebs. Порівняння водосховищ за складом видів із високою частотою трапляння показало їхню значну подібність (коефіцієнт видової подібності Серенсена склав 0,36–0,74). Проте лише *Cyclotella meneghiniana* мав високу частоту трапляння у всіх водосховищах. Відмічали по 4–8 видів із високою частотою трапляння. Проведений кластерний аналіз показав, що за видовою подібністю водоростей з частотою трапляння понад 50% водосховища розділяються на два кластери. Перший формували водойми, що належать до басейну Тетерева, другий – до Прип'яті (рис. 3, а). При цьому найбільшу подібність за видовим складом водоростей із високою частотою трапляння мали збудовані на р. Тетерів Житомирське і

Денишівське водосховища, а також збудовані на р. Случ Новоград-Волинське й Миропільське водосховища.

Загалом подібний поділ на кластери спостерігався також при порівнянні видового складу досліджуваних водосховищ (рис. 3, б).

Проте найбільшу видову подібність мали високотрофні Житомирське й Бердичівське водосховища, акваторії яких знаходяться в межах міст Житомира й Бердичева.

Кількісні показники розвитку фітопланктону малих водосховищ упродовж вегетаційних сезонів 2003–2020 рр. широко варіювали: чисельність складала 0,001–218,770 млн кл./дм³, біомаса – 0,019–16,999 мг/дм³, а їхні середні значення були $0,130 \pm 0,09$ – $88,871 \pm 2,24$ млн кл./дм³ і $0,578 \pm 0,11$ – $4,254 \pm 0,67$ мг/дм³ відповідно (рис. 4).



А

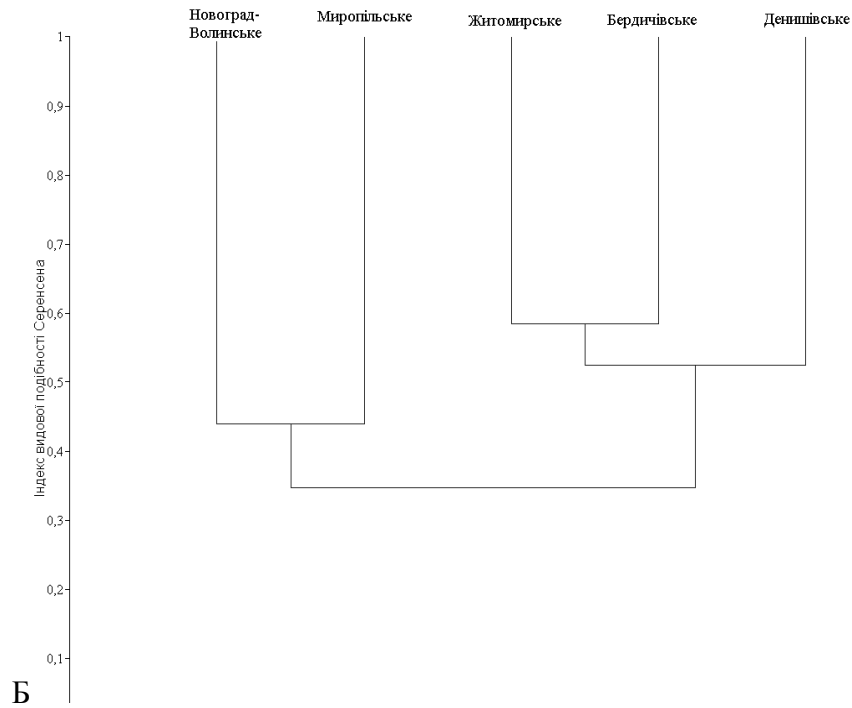


Рис. 3. Дендродіаграма подібності видового складу водоростей планктону малих водосховищ (А) та водоростей із високою частотою трапляння (Б)

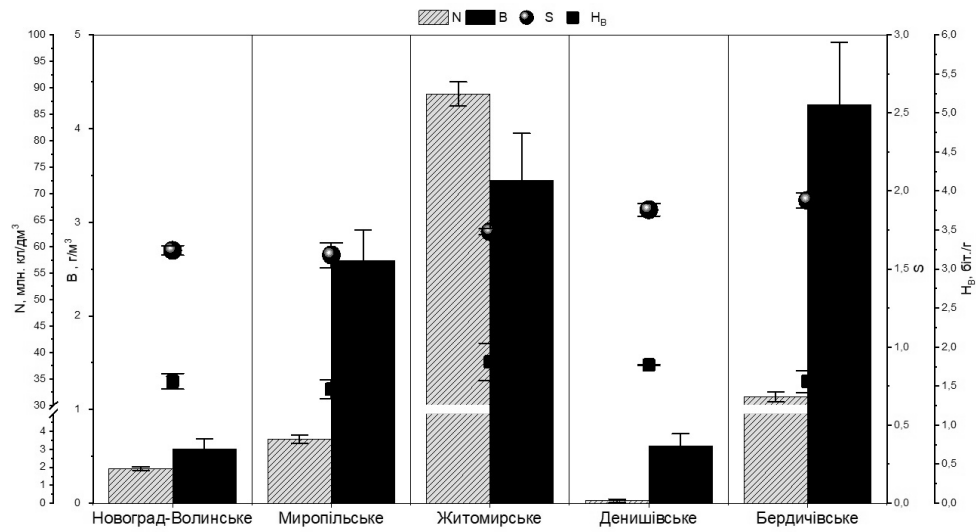


Рис. 4. Кількісні показники розвитку та біотичні індекси фітопланктону малих водосховищ (2003–2020). N – чисельність, B – біомаса, S – індекс сапробності, H_B – індекс Шеннона

Підтверджено прямий зв'язок між біомасою фітопланктону й рН ($r = 0,55, p = 0,00006, n = 60$), вмістом фосфору фосфатів ($r = 0,46, p = 0,000007, n = 30$), зворотній – із кольоровістю ($r = -0,36, p = ,0002, n = 36$) і вмістом загального нітрогену ($r = -0,61, p = 0,000001, n = 30$).

Значення індексу Шеннона (H_B) змінювалися від 0,10 до 3,89 біт/мг. Середні його значення були в межах $1,46 \pm 0,02 - 1,81 \pm 0,04$ біт/мг. Переважання олігодомінантної структури фітопланктону вказує на специфіку умов існування гідробіоти в антропогенно змінених у процесі зарегулювання водоймах. Аналіз зв'язку інформаційного різноманіття з впливом низки чинників середовища показав, що абіотичним параметром, який визначає його величину у водосховищах, є вміст фосфору фосфатів ($r = -0,73, p < 0,000001, n = 30$). Зв'язок H_B із вмістом загального нітрогену у водосховищах виявився недостовірним ($p = 0,09$). Залежність індексу Шеннона від рН була прямою ($r = 0,63, p = 0,000001, n = 30$), із кольоровістю води – зворотною ($r = -0,62, p = 0,000005, n = 30$). Вплив температури води на зміни інформаційного різноманіття був слабким ($r = -0,19, p = 0,0007, n = 150$).

Зміни індексу сапробності відзначені в діапазоні 0,65–2,75, а середні їх значення загалом відповідали II класу якості вод ($1,59 \pm 0,08 - 1,94 \pm 0,05$). Періодичне погіршення якості води спостерігали в усіх досліджуваних водосховищах, проте найчастіше його фіксували у високопродуктивних Бердичівському й Житомирському в осінній період внаслідок вторинного забруднення автохтонною органічною речовиною (Shelyuk, 2020).

Середні значення первинної продукції фітопланктону і деструкції органічної речовини малих водосховищ представлені в табл. 2.

Таблиця 2. Показники первинної продукції та деструкції органічної речовини малих водосховищ

Показники	Водосховище			
	Новоград-Волинське	Денишівське	Житомирське	Бердичівське
A_{max} , мг O_2 /(дм ³ ·добу)	1,65±0,35	3,16±0,11	5,22±0,14	7,90±0,53
$\sum A$, г O_2 /(м ² ·добу)	1,46±0,25	3,38±0,22	3,43±0,40	6,58±0,68
R , мг O_2 /(дм ³ ·добу)	1,25±0,18	2,84±0,30	3,66±0,39	4,62±0,46
$\sum R$, г O_2 /(м ² ·добу)	1,01±0,08	4,07±0,22	4,03±0,32	5,13±0,40

Визначений за біомасою фітопланктону й первинною продукцією трофічний статус малих водосховищ не співпадає. Так, Денишівське й Новоград-Волинське водосховища за біомасою були мезотрофними, Житомирське й Бердичівське – евтрофними, а за інтенсивністю фотосинтезу їх ранжували на евтрофні (Денишівське й Новоград-Волинське), політрофні (Житомирське) і гіпертрофні (Бердичівське водсх). Невідповідність класів трофності водних екосистем, визначених за біомасою й інтенсивністю фотосинтезу фітопланктону, певною мірою обумовлена значною часткою у домінантних комплексах дрібноклітинних високопродуктивних видів, які забезпечують підтримку високого трофічного статусу гідроекосистем за порівняно невеликих біомас фітопланктону в умовах достатнього біогенного живлення. Крім того, висока інтенсивність фотосинтезу малих водосховищ із великими площами мілководних ділянок обумовлена підвищеною швидкістю продукційних процесів мілководь й обороту нітратів і фосфатів, а також високою асиміляційною активністю автотрофної компоненти їх екосистем й інтенсивним використанням променевої енергії (Gold, 1996; Shelyuk, 2020).

Аналіз співвідношення інтегральних показників первинної продукції планктону й деструкції органічної речовини засвідчив переважання автотрофної фази у порівняно мілких Миропільському й Новоград-Волинському водосховищах, гетеротрофної – у глибоких Денишівському й Житомирському.

Загалом порівняння структурно-функціональних характеристик фітопланктону малих водосховищ із великими водосховищами Дніпра і Волги (Priymachenko, 1981; Scherbak, 2000; Mineeva, 2009) засвідчило загальні спільні механізми формування й функціонування їх автотрофної ланки. Відмінною особливістю малих водосховищ є високий рівень інтенсивності фотосинтезу за порівняно невеликої біомаси фітопланктону, зумовлений їх значною оптичною глибиною та особливостями перебігу продукційних процесів мілководь, які займають значні площі акваторій малих водосховищ. У досліджуваних малих водосховищах відмічено нижчі в порівнянні з дніпровськими водосховищами значення інформаційного різноманіття фітопланктону, на що вказують величини H_B . Наймовірнішою причиною цього є вищий рівень кольоровості вод і нижчі значення рН у малих водосховищах, збудованих на поліських річках.

Висновки

Визначено високе флористичне багатство фітопланктону малих водосховищ, збудованих на поліських річках. Загалом ідентифіковано 284 види водоростей, представлених 307 внутрішньовидовими таксонами з номенклатурним типом виду включно, які за відділами розподілилися наступним чином: *Cyanobacteria* – 35 видів (36 в.в.т.), *Euglenozoa* – 39 (54), *Ochrophyta* – 24 (25), *Bacillariophyta* 70 (72), *Miozoa* – 15 (16), *Cryptophyta* – 3 (3), *Chlorophyta* – 93 (96) та *Charophyta* – 5 (5).

Зі збільшенням площі та об'єму водосховищ зростає видове багатство *Cyanobacteria* й *Miozoa*, а кількість таксонів рангом нижче роду тісно корелює з площею їх акваторій ($r = 0,80$) і кольоровістю води ($r = -0,56$).

Збільшення вмісту хлоридів, загального нітрогену й фосфору фосфатів зумовлює спрощення таксономічної структури внаслідок зростання частки монотипних видів у загальному складі фітопланктону водойм.

Провідними в досліджуваних малих водосховищах виявилися класи *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae* та *Trebouxiophyceae*, порядки *Euglenida*, *Sphaeropleales*, *Chlorellales*, *Chlamydomadales*, *Oscillatoriales*, *Bacillariales*, *Peridinales*, *Naviculales*, *Thalassiosirales* та *Chroococcales*, родини *Euglenidae*, *Scenedesmaceae*, *Oocystaceae*, *Bacillariaceae*, *Fragilariaceae*, *Chlorellaceae*, *Chlamydomadaceae*, *Selenastraceae*, *Naviculaceae*, *Stephanodiscaceae*, роди *Trachelomonas*, *Cyclotella*, *Nitzschia*, *Chlamydomonas*, *Kephyrion*. У Житомирському, Денишівському та Бердичівському водосховищах відмічена значна наповненість видами родів *Oscillatoria*, *Navicula*, *Peridinium*.

Встановлено достовірну кореляцію між біомасою фітопланктону малих водосховищ і рН ($r = 0,55$), вмістом фосфору фосфатів ($r = 0,46$), кольоровістю ($r = -0,36$) і вмістом загального нітрогену ($r = -0,61$).

Абіотичними чинниками, які визначають величину інформаційного різноманіття у водосховищах, є вміст фосфору фосфатів ($r = -0,73$), рН ($r = 0,63$), кольоровість води ($r = -0,62$).

Особливістю малих водосховищ у порівнянні з великими дніпровськими та волзькими є високий рівень інтенсивності фотосинтезу за порівняно невеликої біомаси фітопланктону, зумовлений їх значною оптичною глибиною та особливостями перебігу продукційних процесів мілководь, які займають значні площі акваторій малих водосховищ. У досліджуваних малих водосховищах, збудованих на поліських річках, відмічено нижчі у порівнянні з дніпровськими значення інформаційного

різноманіття фітопланктону. Найімовірнішою причиною цього є вищий рівень кольоровості вод і нижчі значення рН.

Список літератури

- Gold V.M. 1996. Ecological physiology of algae. Photosynthesis and respiration. In: *Ecological and physiological studies of algae and their importance for assessing the state of natural waters*. Yaroslavl: YaSTU. Pp. 129–130. [Гольд В.М. 1996. Экологическая физиология водорослей. Фотосинтез и дыхание. В кн.: *Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод*. Ярославль: ЯГТУ. С. 129–130].
- Holz J.S., Hoagland K.D., Spawn R.L., Popp A., Andersen J.L. 1997. Phytoplankton community response to reservoir aging, 1968–1992. *Hydrobiologia*. 346(3): 183–192.
- Kimmel B.L., Groeger A.W. 1984. Factors controlling primary production in lakes and reservoirs: a perspective. In: *North American Lake Management Society*. Washington: U.S. Environ. Protect. Agency. Pp. 277–281.
- Kozhova O.M., Erbaeva E.A. 1992. *Methodology for predicting the hydrobiological regime of reservoirs in the taiga zone*. In: *Environmental studies of Baikal and the Baikal region*. Pt 2. Irkutsk: Publ. House Irkutsk Univ. Pp. 4–11. [Кожова О.М., Ембаева Э.А. 1992. Методология прогнозирования гидробиологического режима водохранилищ таежной зоны. В кн.: *Экологические исследования Байкала и байкальского региона*. Ч. 2. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. С. 4–11].
- Krakhmalnyi A.F. 1990. *Phytoplankton of Prypiat and its tributaries under conditions of large-scale reclamation of the region*: PhD (Biol.) Abstract. Kyiv. 24 p. [Крахмальний А.Ф. 1996. *Фитопланктон Припяти и ее притоков в условиях крупномасштабной мелиорации региона*: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев. 24 с.].
- Linnik P.N., Zhezherya T.P., Shelyuk Yu.S., Zhezherya V.A. 2016. Peculiarities of chemical elements migration and phytoplankton development in the reservoirs of the Teterev River. *Hydrobiol. J.* 52(5): 93–107.
- Maistrova N.V. 2003. *Succession of phytoplankton of the Kaniv reservoir*: PhD (Biol.) Abstract. Kyiv. 24 p. [Майстрова Н.В. 2003. *Сукцесія фітопланктону Канівського водосховища*: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ. 21 с.].
- Margalef R. 1975. Typology of reservoirs. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 19(3): 1847–1848.
- Methods of hydroecological research of surface waters*. 2006. Ed. V.D. Romanenko. Kyiv: LOGOS. 408 p. [Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. 2006. За ред. В.Д. Романенка. Київ: ЛОГОС. 408 с.].
- Mineeva N.M. 2009. *Primary production of plankton in the Volga reservoirs*. Yaroslavl: Printhouse. 279 p. [Минеева Н.М. 2009. *Певичная продукция планктона в водохранилищах Волги*. Ярославль: Принтхаус. 279 с.].

- Mokrytsky G.P. 1999. *Water supply system of Zhytomyr*. Zhytomyr: Volyn. 96 p. [Мокрицький Г.П. 1999. *Водопровід Житомира*. Житомир: Волинь. 96 с.].
- Odum Yu. 1986. *Ecology*. Moscow: Mir. 740 p. [Одум Ю. 1986. *Экология*. М.: Мир. 740 с.].
- Okhapkin A.G. 1997. *Structure and succession of phytoplankton during regulation of river flow (on the example of the Volga river and its tributaries)*: Dr. Sci. (Biol.) Abstract. St. Petersburg. 48 p. [Охапкин А.Г. 1997. *Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р. Волги и ее притоков)*: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб. 48 с.].
- Omar W.M., Makhloogh A. 2014. Water quality of tropical reservoir based on spatio-temporal variation in phytoplankton composition and physico-chemical analysis. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 12(7): 1735–1472.
- Pantle R., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasser*. 96(18): 604.
- Priymachenko A.D. 1981. *Phytoplankton and primary production of the Dnieper and Dnieper reservoirs*. Kyiv: Naukova Dumka. 277 p. [Приймаченко А.Д. 1981. *Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ*. Київ : Наук. думка. 277 с.].
- Reynolds C.S. 1999. Phytoplankton assemblages in reservoirs. In: *Theoretical reservoir ecology and its application*. Sao Carlos: Backhuys Publ. Pp. 439–456.
- Scherbak V.I. 2000. *Structural and functional characteristics of the Dnieper phytoplankton*: Dr. Sci. (Biol.) Abstract. Kyiv. 32 p. [Щербак В.І. 2000. *Структурно-функціональна характеристика Дніпровського фітопланктону*: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Київ. 32 с.].
- Schetagne R. 1992. Water quality modifications after impoundment of some large northern reservoirs. *Advan. Limnol.* 40: 223–229.
- Shelyuk Yu.S. 2017. Comparative assessment of the methods of determining phytoplankton production in water bodies differing in their trophic status and water velocity. *Hydrobiological J.* 53(6): 37–48.
- Shelyuk Yu.S. 2019. Phytoplankton development in small reservoirs. In: *VI International Conference advances in modern phycology (Kyiv, 15–17 May, 2019)*. Kyiv. Pp. 97–98.
- Shelyuk Yu.S. 2020. Formation of energy fluxes in small reservoirs. *Hydrobiol. J.* 56(2): 17–32.
- Shelyuk Y.S., Astahova L.Y. 2021. Phytoplankton succession in the anthropogenic and climate ecological transformation of freshwater ecosystems. *Biosyst. Divers.* 29(2): 119–128.
- Sládeček V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Ergebn. Limnol.* 7: 1–128.
- Soballe D.M., Bachmann R.W. 1984. Influence of reservoir transit on riverine algae transport and abundans. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41(12): 1803–1813.
- Straskraba M., Brazka P., Brande Z. 1990. Hypothesis on reservoir again arch. *Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 33: 803–806.

Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs and ponds. 2014. Ed. V.K. Khilchevsky, V.V. Greben. Kyiv: Inter-Press LTD. 164 p. [*Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки*. 2014. За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ : Інтер-прес ЛТД. 164 с.].

Підписала до друку Н.С. Семенюк

Shelyuk Yu.S. 2022. **Features of formation and functioning of phytoplankton of small reservoirs**. *Algologia*. 32(2): 152–166.

Ivan Franko Zhytomyr State University, Department of Botany,
Bioresources and Biodiversity Conservation,
40 V. Berdychivska Str., Zhytomyr 10002, Ukraine

Regularities of phytoplankton formation and functioning of small reservoirs are established. *Chlorophyta* (32.7% of the total list of species) and *Bacillariophyta* (24.6%) were found to be predominant in species richness. Cyanobacteria species have been found to increase as the area and volume of reservoirs increase, and *Euglenozoa* is ahead of them in smaller bodies of water. The main abiotic parameters that determine the changes in the structural parameters of phytoplankton of the studied reservoirs are determined. The main differences in the structural and functional characteristics of phytoplankton of small reservoirs built on Polissya rivers in comparison with large Dnieper and Volga ones have been clarified.

Key words : phytoplankton, number, biomass, primary products, small reservoirs, trophic level