

УДК [581.526.325:502.171](282)(477)

Ю. С. Шелюк

**БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА ФІТОПЛАНКТОНУ
ДЕНИШІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (УКРАЇНА)**

У роботі наведено основні закономірності динаміки фітопланктону малого водосховища на прикладі Денишівського (р. Тетерів), представлено результати дослідження таксономічного складу та кількісних показників розвитку фітопланктону в багаторічному вимірі, здійснено оцінку інтенсивності продукційно-деструкційних процесів на сучасному етапі функціонування автотрофної ланки водосховища, подано характеристику екологічного стану водосховища за індикаторними видами водоростей.

Ключові слова: Денишівське водосховище, фітопланктон, таксономічний склад, чисельність, біомаса, домінуючий комплекс, первинна продукція, екологічний стан.

Основні закономірності динаміки структурно-функціональних характеристик фітопланктону великих водосховищ, зокрема дніпровських, були узагальнені багатьма вченими. Тут необхідно згадати Г. Д. Приймаченко [12], В. І. Щербака [15], Н. В. Майстрову [7]. Проте, незважаючи на те, що в літературі наявна достатня кількість даних про сукцесію фітопланктону великих водосховищ у природних умовах та її порушення внаслідок антропогенного навантаження, аналогічні питання щодо часових змін фітопланктону малих водосховищ залишаються поза увагою фахівців.

Метою роботи було встановити закономірності багаторічної динаміки структурно-функціональних характеристик фітопланктону малого водосховища.

Матеріал і методика досліджень. Об'єктом досліджень слугував фітопланктон Денишівського водосховища, створеного на р. Тетерів у 1978 р. із метою водозабезпечення м. Житомира. Водосховище, згідно проектних даних, має площу водного дзеркала 255 га, повний об'єм 12,95 млн. м³, корисний об'єм 2,16 млн. м³, висоту греблі 28 м, помірний водообмін (0,17) [10].

Відбір альгологічних проб здійснювали на стаціонарних станціях водосховища подекадно впродовж вегетаційних сезонів 2004—2005 та 2012—2014 рр. Проби фіксували, згущували та камерально опрацьовували загальновідомими методами [8]. У роботі застосовано таксономічну систему водоростей, запропоновану у зведенні «Algae of Ukraine» [16—18]. Таксо-

© Ю. С. Шелюк, 2016

номічний аналіз проводили з використанням методів, прийнятих у порівняльній флористиці [14]. Біоіндикаційний аналіз здійснено з урахуванням індикаторних властивостей водоростей, наведених у відповідній монографії [2]. Виділення значимої частини фітопланктону на рівні порядків проводили, застосовуючи наступний методичний підхід [2]: на кривій розподілу видового складу водоростей за порядками флористично значиму частину визначали шляхом розрахунку середньоквадратичного відхилення σ . Цей показник, відкладений на осі ординат, дозволяє провести паралельну осі абсцис лінію, яка відсікає верхню частину кривої зі значимою групою таксонів. Первинну продукцію фітопланктону та деструкцію органічної речовини визначали на горизонтах 0,05, 0,5 та 1 м загальноприйнятими методами, описаними нами раніше [13]. Експозиція проб становила 1 добу.

Результати досліджень та їх обговорення

Сукцесія фітопланктону є біологічним механізмом, який обумовлює його різноманіття від незарегульованої річки, в процесі її зарегулювання та на сучасному етапі [7, 11].

За кілька років до будівництва Денишівського водосховища, згідно даних, наведених Т. В. Догадіною за результатами літнього експедиційного дослідження 1973 р. [4], в альгофлорі незарегульованої ділянки р. Тетерів (перекат біля с. Денишів) переважали зелені (переважно хлорококові) та діатомові водорості. У пробах планктону, бентосу і перифітону автором було визначено 223 види водоростей, представлених 261 різновидністю і формою. Синьозелені були представлені поодинокими екземплярами, на думку Т. В. Догадіної, випадковими, занесеними з вище розташованих плесів, лише досить часто зустрічалися *Spirulina okensis* (Meyer) Geitl. і *Lyngbya kuetzingii* (Kütz.) Schmidle. Вона охарактеризувала досліджувану ділянку річки як олігосапробну з деякими рисами β -мезосапробності, навела види планктонних водоростей із найбільшою частотою трапляння. Відомостей щодо власне структури фітопланктону цієї ділянки не знайдено.

Після заповнення у 1978 р. Денишівського водосховища значна частина середньої ділянки р. Тетерів практично перетворилася в каскад малих рівнинних водосховищ. У літературі відсутні дані щодо фітопланктону водосховища у період його побудови та перші роки існування.

Упродовж 2004—2005 рр. фітопланктон водосховища був представлений 97 видами (109 внутрішньовидовими таксонами) (табл. 1). У формуванні таксономічної структури фітопланктону наймолодшого у каскаді Денишівського водосховища відмічалася менша представленість таксонів видового рангу та більша частка різновидностей і форм водоростей у порівнянні з іншими водосховищами, особливо — з більш «зрілим» Промисловим [6].

У результаті досліджень 2012—2014 рр. у планктоні Денишівського водосховища знайдено 98 видів водоростей, представлених 111 внутрішньовидовими таксонами з номенклатурним типом виду включно (див. табл. 1). Пропорція флори у 2004—2005 рр. складала: 1 : 1,66 : 2,77 : 3,11, а в 2012—2014 рр. — відповідно 1 : 1,77 : 3,27 : 3,70.

1. Кількість видів та внутрішньовидових таксонів фітопланктону Денишівського водосховища

Відділи	2004—2007 рр.	2012—2014 рр.
Суанопрокаryota	<u>14(15)</u> 14,4	<u>15(15)</u> 15,3
Euglenophyta	<u>6(9)</u> 6,2	<u>8(20)</u> 8,2
Chrysophyta	<u>7(7)</u> 7,2	<u>12(12)</u> 12,2
Xanthophyta	<u>2(2)</u> 2,1	— 0,0
Bacillariophyta	<u>24(29)</u> 24,7	<u>18(18)</u> 18,4
Dinophyta	<u>5(5)</u> 5,2	<u>6(7)</u> 6,1
Cryptophyta	— 0,0	<u>2(2)</u> 2,0
Chlorophyta	<u>31(32)</u> 32,0	<u>37(38)</u> 37,8
Streptophyta	<u>8(10)</u> 8,2	— 0,0
Усього:	<u>97(109)</u> 100	<u>98(111)</u> 100

П р и м і т к а. Над рискою — кількість видових таксонів в абсолютному вираженні, під рискою — те ж у %. Тут і в табл. 2—4: у дужках наведено кількість внутрішньовидових таксонів з номенклатурним типом виду включно.

У флористичному відношенні найбагатшими відділами впродовж 2004—2005 та 2012—2014 рр. були зелені, діатомові та синьозелені водорості. Проте, проведене порівняння структури сучасного фітопланктону Денишівського водосховища із даними за 2004—2005 рр. показало збільшення частки зелених, золотистих, евгленових та появу криптомонад. Водночас відбулося зниження видового багатства Bacillariophyta. Варто також відмітити і відсутність стрептофітових та жовтозелених водоростей.

Оцінка багаторічної динаміки таксономічного різноманіття фітопланктону водосховища на рівні класів засвідчила переважання Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Normogoniophyceae, Trebouxiophyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae та Dinophyceae. Проведене порівняння сучасного фітопланктону із даними 2004—2005 рр. показало збільшення різноманіття водоростей із класу Chrysophyceae та відсутність представників класу Zygnematoophyceae (табл. 2).

2. Провідні класи фітопланктону Денишівського водосховища

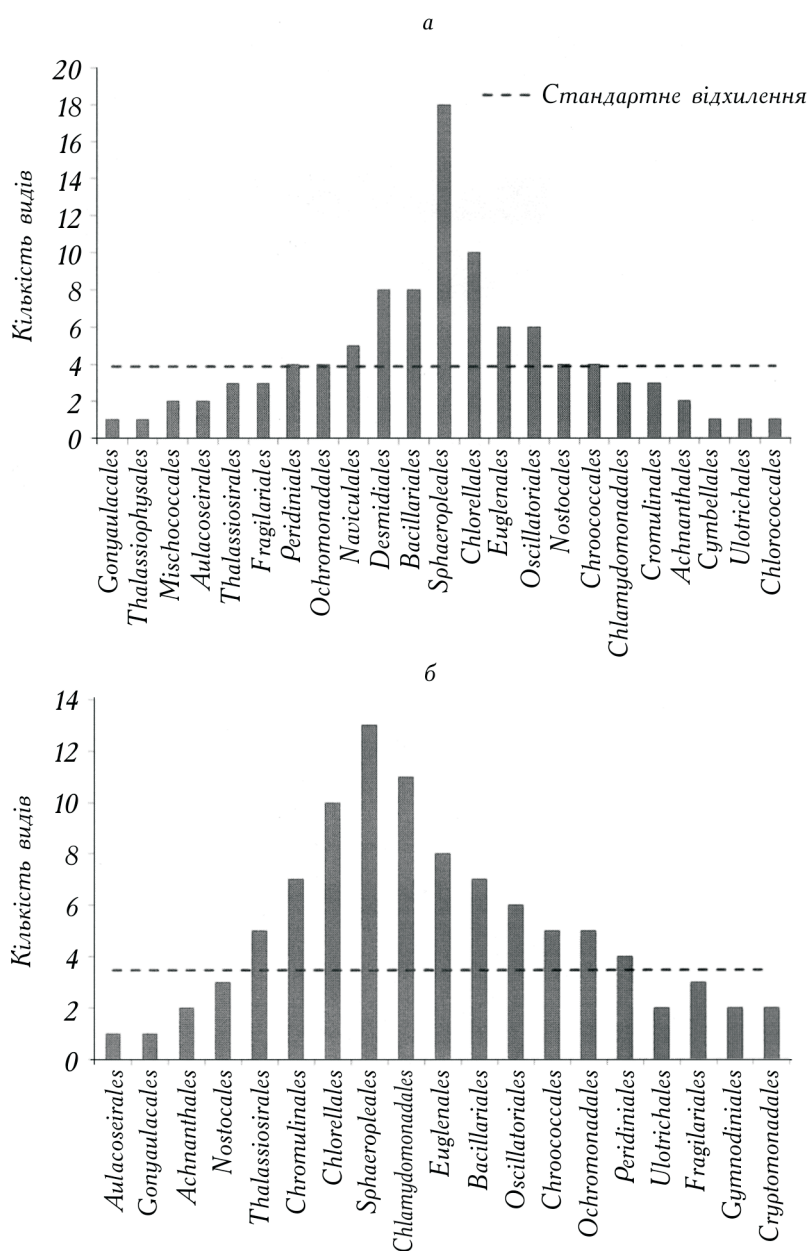
Класи	Кількість видів	
	2004—2007 рр.	2012—2014 рр.
Chlorophyceae	22 (23)	25 (26)
Bacillariophyceae	19 (23)	12
Нормогоніофіцеє	10 (11)	10
Zygnematomorphyceae	8 (10)	—
Trebouxiophyceae	8	10
Chrysophyceae	7	12
Euglenophyceae	6 (9)	8 (20)
Dinophyceae	5	6

Помітнішими є перебудови структури фітопланктону водосховища на рівні провідних порядків (рис. 1). Так, зокрема, у сучасному фітопланктоні водосховища зростає флористична частка Chlamydomonadales (від 3% у 2004—2005 рр. до 10% у 2012—2014 рр.) та Chromulinales (від 3% до 8% загальної кількості видів), у планктоні водосховища не зареєстровані представники порядку Desmidiaceae, які раніше відзначалися в ранзі домінуючих (8%), а також Naviculales (5%). Водночас стабільною залишається провідна роль порядку Sphaeropleales, який характеризується найбільшою кількістю видів (відповідно 19 та 14% загальної кількості видів).

На рівні родин відбулося зростання ролі Euglenaceae (від 3 до 8%), Chlamydomonadaceae (від 1 до 8%), Chrysococcaceae (від 3 до 6%), Selenastaceae та Stephanodiscaceae (від 3 до 5%). Проте, на сучасному етапі функціонування екосистеми малого водосховища спостерігається зниження частки таких родин, як Scenedesmeceae (від 10 до 5%), Naviculaceae (від 5 до 0%), Closteriaceae та Desmidiaceae (від 4 до 0%) (табл. 3).

У сучасному фітопланктоні серед провідних родів варто відзначити *Nitzschia*, *Trachelomonas* і *Chlamydomonas*, які разом склали 18% від усього видового багатства планктонних водоростей. Заслуговує на увагу і поява у складі провідних таких родів, як *Chlamydomonas*, *Kephyrion*, *Pseudokephyrion* і *Dictyosphaerium*. На сучасному етапі у порівнянні з 2004—2005 рр. спільними у провідному комплексі родів є тільки *Nitzschia*, *Oscillatoria* і *Trachelomonas*, тоді як представники *Navicula* і *Closterium* не були зареєстровані (табл. 4).

У цілому аналіз родового спектру вказує на те, що переважна частина родів визначається низькою представленістю. Проте, відмічено тенденцію до зростання за майже десятирічний період середньої наповненості роду від 1,67 до 1,85. Найбільше зростання насичення родів видами відмічали у евгленових і золотистих (відповідно від 2,3 до 4,0 та від 1,3 до 3,0). Крім того, насиченість видів внутрішньовидовими таксонами практично не змінилася, хоча для великих водосховищ Дніпра та Волги властивою є тенденція до спро-



Значимі порядки фітопланктону Денишівського водосховища за результатами досліджень 2004—2005 рр. (а) та 2012—2014 рр. (б).

щення таксономічної структури фітопланктону з їхнім віком [11, 15]. Можливо, це пов'язано з послабленням впливу антропогенного евтрофування в умовах стабілізації екосистеми водосховища. У Денишівському водосховищі найвище відносно значення у структурі фітопланктону таксонів внутрішньовидового рангу властиве евгленовим водоростям.

3. Провідні родини фітопланктону Денишівського водосховища

Родини	Кількість видів	
	2004—2007 рр.	2012—2014 рр.
Scenedesmaceae	10	5
Bacillariaceae	8	7
Euglenaceae	6 (9)	8 (20)
Oscillatoriaceae	6	5
Naviculaceae	5	—
Closteriaceae	4 (6)	—
Oocystaceae	4	4
Chlorellaceae	4	6
Peridiniaceae	4	4
Desmidiaceae	4	—
Chlamydomonadaceae	—	8
Chrysococcaceae	—	6
Selenastaceae	—	5
Stephanodiscaceae	—	5

Фітопланктон водосховища у різні періоди досліджень характеризувався достатньою своєрідністю, про що свідчить коефіцієнт флористичної спільності, який дорівнював 0,36. Отже, у 2012—2014 рр. у фітопланктоні малого водосховища відбулися помітні зміни, які, очевидно, обумовлені змінами впливу природних і антропогенних чинників.

Найбільшу частоту трапляння у планктоні мали такі види як *Chlamydomonas monadina* (Ehrenb.) F. Stein, *Ch. globosa* J. Snow (по 72%), *Cyclotella meneghiniana* (Kütz.), *Trachelomonas volvocina* Ehrenb. (по 67%), *Oscillatoria planctonica* Wołosz. (61%). До будівництва водосховища провідними у фітопланктоні незарегульованої ділянки річки Т. В. Догадіна [4] називала *Crucigenia quadrata* Morr., *Lagerheimia genevensis* (Chod.) Chod., *Didymocystis inermis* Korsch. (= *Didymocystis tuberculata* Korsch.), *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. (= *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.), *Coelastrum microporum* Nägeli, *C. sphaericum* Nägeli, *Goniochloris fallax* Fott. У 2004—2005 рр. до видів із найбільшою частотою трапляння належали: *Trachelomonas volvocina*, *Oscillatoria planctonica*, *O. amphibia* J. Agardh ex Gomont, *Crucigenia quadrata* Morren, *Desmodesmus communis*, *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. Отже, варто звернути увагу на зростання за останні десять років флористичної ролі зелених водоростей *Chlamydomonas monadina*, *Ch. globosa* та діатомеї *Cyclotella meneghiniana*.

Ранжування видів водоростей за класами частоти трапляння [1] показало, що у водосховищі на сучасному етапі його функціонування переважали

4. Провідні роди фітопланктону Денишівського водосховища

Роди	Кількість видів	
	2004—2007 рр.	2012—2014 рр.
<i>Nitzschia</i> Hassall	8	7
<i>Navicula</i> Bory	5 (7)	—
<i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont	5	4
<i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	4 (6)	—
<i>Trachelomonas</i> Ehrenb.	3 (5)	7
<i>Chlamydomonas</i> Ehrenb.	—	6
<i>Kephyrion</i> Pascher	—	5
<i>Pseudokephyrion</i> Pascher	—	5
<i>Dictyosphaerium</i> Nageli	—	4

види (79%), що зустрічалися «зрідка» (до 4% проб) і «нечасто» (у 5—20% проб). Значно меншу частку мали види, що зустрічалися «часто» (у 21—50% проб) — 17%, «досить часто» (у 51—80% проб) — 4%, а тих, що відносяться до класу «дуже часто» (понад 80% проб) взагалі не знайдено. Це свідчить про те, що на сучасному етапі розвитку екосистеми водосховища сукцесія протікає за умов переважання впливу природного чинника на формування її фітопланктону.

Розраховані значення флористичного індексу F_{spp} [3], вказують на те, що провідна роль у формуванні різноманіття сучасного фітопланктону водосховища належить зеленим (30,0), евгленовим (20,0) та діатомовим (19,5) водоростям. Синьозелені мають нижчий флористичний індекс ($F_{spp} = 14,1$) через порівняно невисоку частоту трапляння. Значення інших відділів у формуванні різноманіття фітопланктону незначне ($F_{spp} = 1,7—8,9$).

У сезонному аспекті розподіл водоростей у роки досліджень був відносно рівномірним. У всі сезони провідна роль у формуванні видового та внутрішньовидового різноманіття належала Chlogophyta (їхня частка у 2004—2005 рр. складала 33—40%, а у 2012—2014 рр. — 25—36%) та Bacillariophyta (відповідно 29—37% і 16—23%). У 2004—2005 третім за видовою представленістю в усі сезони був відділ Cyanoprokaryota (9—22%), із помітною часткою Euglenophyta в осінній період (11%) та Chrysophyta навесні (9%), тоді як у 2012—2014 рр. третє місце належало Euglenophyta (16—25%). Найменшою часткою були представлені Cyanoprokaryota (11—17%).

Аналіз списку видів водоростей малого водосховища, ідентифікованих упродовж 2004—2005 рр., які є індикаторами приуроченості до певних місцезростань, засвідчив переважання планктонно-бентосних (47,8%) та планктонних форм (36,2%). За майже десятирічний період відбулося зрос-

тання частки планктонних (42,0%) та бентосних (із 6,0 до 10,0%) форм при майже сталому домінуванні планктонно-бентосних (46,0%).

Види — індикатори текучості вод та їхнього насичення киснем ранжували на повільнотекучі (їхня частка у 2004—2005 рр. склала 76,1%, у 2012—2014 рр. — 70,0%), стоячі (відповідно — 23,9 і 27,5%) та аерофіли (2,5 і 0%). Такий розподіл видів-індикаторів свідчить про переважання у водосховищі відносно повільної течії, що створює сприятливі умови для розвитку водоростей у товщі води, які помірно збагачують її киснем. Деяке зростання частки індикаторів стоячих вод та зникнення аерофілів, імовірно, є результатом пристосування автотрофної ланки водної екосистеми до існування в умовах зарегулювання.

Серед індикаторів солоності вод у роки досліджень переважали індиференти (81,8% та 73,4%). Олігогалофи-галофіли та олігогалофи-галофоби були представлені значно меншою кількістю видів (5,5 і 20,4%, 3,6 і 6,2%). Зростання в часі частки галофілів, очевидно, свідчить про деяке збільшення рівня мінералізації води.

Із п'яти груп індикаторів рН у 2004—2005 рр. нами були відзначені представники індиферентів (48,4%), алкаліфілів (41,9%), алкалібіонтів (3,2%) та ацидофілів (6,5%). Серед виявлених індикаторів рН води у 2012—2014 рр. також переважали індиференти (57,1%), досить помітними були алкаліфіли (35,7%), проте не виявлено ацидофілів та майже не змінилася частка алкалібіонтів (7,1%).

Для оцінки ступеня органічного забруднення водосховища нами використано систему Пантле — Букк у модифікації Сладечека, з урахуванням таких зон самоочищення як ксеносапробна, олігосапробна, α і β -мезосапробна та полісапробна [2]. Порівняння сапробіологічних характеристик водоростей водосховища дозволяє стверджувати, що на сучасному етапі функціонування екосистеми водосховища відбулося певне покращення якості води у порівнянні з 2004—2005 рр., про що свідчить зниження (з 9 до 6%) частки α -мезосапробіонтів, α - β -мезосапробіонтів, α -мезо-полісапробіонтів та полі- α -мезосапробіонтів.

Кількісний розвиток фітопланктону водосховища у різні роки досліджень також відрізнявся. Так, середні показники чисельності фітопланктону у Денишівському водосховищі склали: у 2004—2005 рр. — $10,87 \pm 0,86$ млн. кл/дм³, у 2012—2014 рр. — $0,13 \pm 0,09$ млн. кл/дм³. Спільною особливістю була визначальна роль синьозелених водоростей у формуванні чисельності фітопланктону (відповідно 90 і 96% загальної кількості клітин), субдомінантами впродовж літа — осені виступали зелені та діатомові. Лише у весняний період у формуванні чисельності планктонних водоростей у 2004—2005 рр. провідна роль належала синьозеленим (59,8%), золотистим (21,8%) та діатомовим водоростям (13,7%), а у 2012—2014 рр. — зеленим (47%), синьозеленим (31%) і діатомовим (15%).

Аналіз багаторічної динаміки біомаси фітопланктону Денишівського водосховища вказує на тенденцію до її зниження у 2012—2014 рр. порівняно з

5. Біомаса (г/м³) фітопланктону Денишівського водосховища у різні роки його дослідження

Відділи	2004—2005 рр.	2012—2014 рр.
Cyanoprokaryota	$\frac{0,01 - 0,39}{0,15}$	$\frac{0,02 - 0,87}{0,27}$
Euglenophyta	$\frac{< 0,01 - 0,16}{0,09 <}$	$\frac{0,01 - 0,45}{0,09}$
Chrysophyta	$\frac{< 0,01 - 0,15}{0,03 <}$	$\frac{0,01 - 0,01}{0,002}$
Xanthophyta	$\frac{< 0,01 - 0,02}{0,003}$	—
Bacillariophyta	$\frac{0,06 - 2,35}{0,41}$	$\frac{< 0,01 - 0,24}{0,03}$
Dinophyta	$\frac{0,01 - 1,95}{0,48 <}$	$\frac{0,01 - 0,29}{0,15}$
Cryptophyta	—	$\frac{< 0,01 - 0,02}{0,002}$
Chlorophyta	$\frac{0,06 - 0,27}{0,12}$	$\frac{0,001 - 0,61}{0,07}$
Streptophyta	$\frac{0,01 - 0,04}{0,02}$	—
Усього	$\frac{0,35 - 2,64}{1,31}$	$\frac{0,006 - 1,73}{0,61}$

2004—2005 рр. (табл. 5). Зокрема, середні показники біомаси у 2004—2005 рр. склали $1,31 \pm 0,10$ г/м³, а у 2012—2014 рр. — $0,61 \pm 0,13$ г/м³. У цілому у 2004—2005 рр. у формуванні біомаси фітопланктону провідна роль належала представникам відділів Dinophyta (37%), Bacillariophyta (31%), Cyanoprokaryota (12%), Chlorophyta (9%), а у 2012—2014 рр. — Cyanoprokaryota (44%), Dinophyta (25%), Euglenophyta (15%) і Chlorophyta (11%).

Для сезонної динаміки біомаси планктонних водоростей характерна інтенсифікація їх розвитку влітку (2,35 г/м³ — у 2004—2005 рр. та 1,12 г/м³ — у 2012—2014 рр.). Перевагу у формуванні біомаси фітопланктону навесні 2004—2005 рр. мали золотисті (55% загальної біомаси), діатомові (19%) та синьозелені (12%) водорості, влітку — динофітові (до 70%), синьозелені (12%), зелені (8%), восени — діатомові (43%), синьозелені (23%) і евгленові (21%). У 2012—2014 рр. біомасу фітопланктону навесні формували золотисті (29%), евгленові (28%), зелені (27%) та діатомові (10%) водорості, влітку — синьозелені (60%), динофітові (22%) та евгленові (13%), восени — синьозелені (58%), зелені (22%) і евгленові (9%) водорості.

Отже, аналіз даних щодо багаторічної динаміки кількісних показників розвитку фітопланктону вказує на тенденцію до їх зниження на сучасному етапі, а також на зростання частки синьозелених та евгленових водоростей, із одночасним суттєвим зниженням ролі діатомових у формуванні біомаси фітопланктону. При цьому величини біомаси планктонних водоростей водосховища характеризують його трофічний статус як мезотрофний.

До складу домінуючого комплексу (за біомасою) у 2004—2005 рр. входили дев'ять видів, а саме: три представники Dinophyta, два — Bacillariophyta та по одному представнику відділів Chlorophyta, Cyanoprokaryota, Euglenophyta і Chrysophyta. В усі сезони року за біомасою переважали *Aphanizomenon flos-aquae* Morr. ex Bornet et Flahault, *Trachelomonas volvocina*, *Stephanodiscus hantzshii* Grunow і *Peridinium cinctum* (O. F. Müll.) Ehrenb. У 2012—2014 рр. домінуючий комплекс водосховища нараховував 12 видів. До його складу входило п'ять видів зелених, три — синьозелених, два — діатомових та по одному представнику — евгленових і динофітових водоростей. У всі сезони у домінуючому комплексі були відмічені *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria planctonica*, *Trachelomonas planktonica* Svirenko, *Chlamydomonas monadina* і *Peridinium cinctum* (табл. 6).

Розрахунок індексу сапробності S за чисельністю водоростевих клітин показав, що впродовж 2012—2014 рр. він змінювався в межах II та III класу якості води (1,50—2,39) [8]. Середнє значення його складо $2,11 \pm 0,06$ (категорія якості вод «слабко забруднені»). Разом із цим, індекс сапробності, розрахований за біомасою фітопланктону, знаходився переважно в межах II класу якості води (категорія якості «досить чисті води»). Середнє значення індексу складало $1,91 \pm 0,04$.

Що стосується інформаційного різноманіття, то для Денишівського водосховища статистично достовірної різниці у величинах індексу Шеннона (H_B) для весни, літа і осені не знайдено (відповідно $2,69 \pm 0,23$, $2,55 \pm 0,09$ і $2,79 \pm 0,19$ біт/екз). Фіксували лише збільшення вирівненості фітопланктону за біомасою водоростевих клітин у літній період у порівнянні з даними, отриманими за результатами дослідження 2004—2005 рр. [4], що, очевидно, обумовлено зниженням монодомінування за провідної ролі *Aphanizomenon flos-aquae*.

Середні показники інтегральної продукції впродовж вегетаційного сезону 2012—2014 рр. склали $1,75 \pm 0,08$ г $O_2/m^2 \cdot$ добу. Аналізуючи сезонну динаміку інтегральної первинної продукції під m^2 (ΣA), слід звернути увагу на її зростання від весни (межі коливань ΣA від 0,92 до 1,73 г $O_2/m^2 \cdot$ добу) до літа (1,94—3,96), із подальшим зниженням в осінній період (0,87—1,76).

Співвідношення A/R вказують, що на сучасному етапі функціонування екосистеми водосховища істотного накопичення органічної речовини у водній товщі не відбувається. З травня по жовтень спостерігається $A \geq R$, а на початку весни і в кінці осені $A < R$. Аналіз продукційно-деструкційних процесів водосховища дозволяє зробити висновок про те, що вони відносно збалансовані, що свідчить про інтенсивний перебіг самоочисних процесів.

6. Домінуючий комплекс фітопланктону Денишівського водосховища

Види	2004—2007 pp.	2012—2014 pp.
Cyanoprokaryota		
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Morr. ex Bornet et Flahault	++	++
<i>Oscillatoria amphibia</i> J. Agardh ex Gomont	—	+
<i>Oscillatoria planctonica</i> Wołosz	—	++
Euglenophyta		
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenb.	++	—
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko	—	++
Chrysophyta		
<i>Dinobryon belingii</i> Svirenko	+	—
Bacillariophyta		
<i>Asterionella formosa</i> Hassal	+	—
<i>Cyclotella meneghiniana</i> (Kütz.)	—	+
<i>Stephanodiscus hantzshii</i> Grunow	++	—
Dinophyta		
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müll.) Bergh	+	+
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmerm.	+	—
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müll.) Ehrenb.	++	++
Chlorophyta		
<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) P. Tsarenko	—	+
<i>Botryosphaerella sudetica</i> (Lemmerm.) P.S. Silva	—	+
<i>Chlamydomonas monadina</i> (Ehrenb.) F. Stein	—	++
<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i> van Goor	—	+
<i>Phacotus coccifer</i> Korschikov	+	+

П р и м і т к а. «++» — види, що були в ранзі домінантів в усі сезони.

Отже, дослідженому водосховищу властива досить висока первинна продуктивність за відносно низьких показників біомаси водоростевих клітин. Неадекватність у зміні біомаси і продукції фітопланктону є її характерною рисою сукцесії автотрофної ланки Дніпра. Проте, механізми підтримання високої первинної продуктивності у мезотрофному малому водосховищі певним чином відрізняються від великих евтрофних. Зниження біомаси фітопланктону водосховищ Дніпра викликане зниженням інтенсивності «цвітіння» води синьозеленими водоростями, з одночасним зростанням ролі у домінуючих комплексах дрібноклітинних високопродуктивних видів діато-

мових та зелених водоростей, що спричиняють інтенсифікацію процесів первинного продукування [16]. У малому мезотрофному за біомасою водосховищі висока первинна продуктивність за достатньої забезпеченості водоростей біогенним живленням, імовірно, обумовлена високою асиміляційною активністю хлорофілу, яка властива мезотрофним водам [9].

Висновки

Серед основних закономірностей динаміки фітопланктону малого водосховища (на прикладі Денишівського) необхідно відзначити наступні.

Посилення ролі синьозелених водоростей у формуванні видового багатства фітопланктону після зарегулювання р. Тетерів, що можна розглядати як природний відгук альгогруповань на зміну екологічних умов функціонування. За останні 10 років практично не змінилася відносна частка та абсолютна кількість видів *Synprokaryota*, однак зросла роль зелених, золотистих і евгленових, з одночасним зниженням абсолютної і відносної частки діатомових водоростей.

Незначні перебудови структури фітопланктону на рівні класів та помітніші зміни на рівні порядків, родин та родів. У період 2012—2014 рр. у порівнянні з 2004—2005 рр. відбулося зниження видової насиченості родів *Navicula* і *Closterium*, зросло видове багатство родів *Chlamydomonas*, *Kephyrion*, *Pseudokephyrion*, *Dictyosphaerium* і практично не змінилися родові коефіцієнти і насиченість видів внутрішньовидовими таксонами, тоді як для великих водоймищ Дніпра та Волги властива тенденція до спрощення таксономічної структури фітопланктону з їх віком.

Достатня своєрідність видового складу фітопланктону водосховища у різні періоди його досліджень (2004—2005 і 2012—2014 рр.), що підтверджується низьким значенням КФС (0,36).

Зниження чисельності і біомаси фітопланктону на сучасному етапі функціонування екосистеми дослідженого водосховища за високої інтенсивності новоутворення органічної речовини. Продукційно-деструкційні процеси водосховища відносно збалансовані, що свідчить про інтенсивний перебіг самоочисних процесів у водній екосистемі за участі автотрофної ланки.

Збільшення у складі фітопланктону частки галофілів, видів-індикаторів стоячих вод та зникнення аерофілів, що, ймовірно, є результатом пристосування автотрофної ланки до існування в умовах зарегулювання річки. На сучасному етапі спостерігається тенденція до покращення якості води водосховища у порівнянні з 2004—2005 рр., про що свідчить зниження частки α -мезосапробіонтів, α - β -мезосапробіонтів, α -мезо-полісапробіонтів та полі- α -мезосапробіонтів.

Результати проведених досліджень свідчать про вагомі перебудови у якісному складі та кількісному розвитку планктонних водоростей малого водосховища, однак число і тривалість стадій сукцесій фітопланктону виявити не вдалося через відсутність відомостей щодо структури і функціонування водоростей, які розвивалися у товщі води незарегульованої річки та на перших етапах її зарегулювання.

**

В работе приведены основные закономерности динамики фитопланктона малого водохранилища на примере Денишовского (р. Тетерев), представлены результаты исследования таксономического состава и количественных показателей развития фитопланктона в многолетнем аспекте, дана оценка интенсивности продукционно-деструкционных процессов на современном этапе функционирования автотрофного звена водохранилища, охарактеризовано экологическое состояние исследованного водного объекта по индикаторным видам водорослей.

**

The paper deals with the major patterns of phytoplankton dynamics in a small water reservoir (case study of Denyshivske water reservoir, the Teteriv river). The findings of study of phytoplankton taxonomical composition and quantitative characteristics in long-term aspect are given. The intensity of primary production and organic matter destruction at the present stage of the reservoir autotrophic component functioning has been estimated. The ecological state of the studied water body has been assessed according to indicator species of algae.

**

1. Баканов А.И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Рукопись деп. в ВИНТИИ 08.12.1987, № 8593-В87. — 63 с.
2. Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
3. Девяткин В.Г., Митропольская И.В. Встречаемость видов водорослей как показатель биологического разнообразия альгоценозов // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. — Ярославль: Изд-во Яросл. тех. ун-та, 2002. — С. 5—22.
4. Догагіна Т.В. Характеристика альгофлори різних ділянок р. Тетерева // Укр. ботан. журн. — 1975. — Т. 32, № 1. — С. 19—23.
5. Кузьмінчук Ю.С. Інформаційне різноманіття фітопланктону тетерівських водосховищ // Сучасність, наука, час. Взаємодія і взаємовплив: Матеріали I Всеукр. наук.-практич. інтернет-конф. (28—30 листопада 2005 р.). — К.: ТК Меганом, 2005. — Ч. 1. — С. 1—2.
6. Кузьмінчук Ю.С. Продукція і таксономічний склад фітопланктону середньої притоки Дніпра: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 2007. — 24 с.
7. Майстрова Н.В. Сукцесія фітопланктону Канівського водосховища: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 2003. — 21 с.
8. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. — К., 2001. — 48 с.
9. Минеева Н.М. Эколого-физиологические аспекты формирования первичной продукции планктона водохранилищ Волги: Автореф. дис. ... доктор. биол. наук. — Нижний Новгород, 2003. — 42 с.
10. Мокрицький Г.П. Водопровід Житомира. — Житомир: Волинь, 1999. — 96 с.

11. *Охапкин А.Г.* Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока: Автореф. дис. ... доктор. биол. наук. — СПб, 1997. — 48 с.
12. *Приймаченко А.Д.* Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1981. — 277 с.
13. *Шельюк Ю.С.* Соотношение продукционно-деструкционных процессов как показатель сукцессионного состояния планктонных сообществ экосистемы зарегулированной реки (на примере р. Тетерев) // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 1. — С. 37—46.
14. *Шмигд В.М.* Математические методы в ботанике. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1984. — 288 с.
15. *Щербак В.І.* Структурно-функціональна характеристика Дніпровського фітопланктону: Автореф. дис. ... докт. біол. наук.— К., 2000. — 32 с.
16. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1.* Cyanoprocarvota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2006. — 713 p.
17. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2.* Bacillariophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2009. — 413 p.
18. *Alge of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 3* Chlorophyta / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. — Ruggell: Gantner Verlag, 2011. — 511 p.