

УДК 574.5 (28) : [546.17 : 581.526.325]

В. І. Щербак, О. В. Кравцова, М. І. Лінчук

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ
СПОЛУК АЗОТУ НА РІЗНОМАНІТТЯ
ФІТОПЛАНКТОНУ СТАВІВ ДЕНДРОПАРКУ
«ОЛЕКСАНДРІЯ» (м. БІЛА ЦЕРКВА, УКРАЇНА)**

Встановлено, що на сучасному етапі функціонування фітопланктон каскаду ставів включає 108 видів (121 ввт) водоростей з 7 відділів, які розвиваються під впливом високої концентрації неорганічного азоту. Основу флористичного спектру формують представники Euglenophyta, Chlorophyta і Bacillariophyta. Досліджені водойми характеризуються низьким видовим різноманіттям, домінуванням евгленових і зелених водоростей. За сапробіологічною характеристикою індикаторних видів водойми належать до класу «слабо забруднених», в них переважають планктонні, планктонно-бентосні, евритермні та індіферентні по відношенню до галобності та рН види. Встановлено достовірні кореляційні зв'язки між концентрацією у воді амонійного азоту і біомасою фітопланктону, а також між перманганатною окиснюваністю і його чисельністю.

Ключові слова: неорганічний азот, евгленові водорості, зелені водорості, таксономічне і видове різноманіття, чисельність, біомаса, фітопланктон, сезонна динаміка, кореляційні зв'язки, біоіндикаційний аналіз.

У гідробіологічній літературі значна кількість робіт [4, 8, 12] присвячена впливу неорганічного азоту на фітопланктон природних і штучно змінених водойм, зокрема водосховищ Дніпровського каскаду. Встановлено, що додавання нітратного азоту в експериментальних умовах стимулювало розвиток фітопланктону, а за впливу амонійного азоту спостерігалась видоспецифічна реакція водоростей, яка здебільшого залежала від кількості доданого азоту [17]. Деякі види синьозелених і зелених водоростей позитивно реагували на додавання нітратів і на помірну концентрацію амонійного азоту, але за підвищеної їх ріст пригнічувався [16].

Водночас існують унікальні природні умови, коли концентрація неорганічних сполук азоту в одних водних об'єктах значно вища, ніж у інших. Прикладом таких водойм є каскад ставів дендропарку «Олександрія» (м. Біла Церква), де вже давно реєструють гіпервисоку концентрацію цих сполук [5, 6, 10, 15].

Дослідження фітопланктону вказаних водойм носять фрагментарний характер і не містять відомостей стосовно його сезонної динаміки, ретроспек-

тивного аналізу багаторічної динаміки та сучасних даних щодо вмісту неорганічного азоту [3, 5, 6, 15].

Метою роботи було провести аналіз багаторічної динаміки гідрохімічних показників, встановити їх сучасні значення, з'ясувати вплив підвищених концентрацій неорганічного азоту на видове, кількісне та інформаційне різноманіття, структуру і сезонну динаміку фітопланктону у каскаді ставів дендропарку «Олександрія».

Матеріал і методика досліджень. Дослідження різноманіття та кількісних показників фітопланктону каскаду ставів державного дендрологічного парку «Олександрія» (м. Біла Церква, Україна) проводили впродовж весни — осені 2016 р. На рисунку 1 представлена схема ставів [6].

Альгологічні проби відбирали на стаціонарних станціях двічі на місяць¹. Проби фіксували, концентрували та камерально опрацьовували загальноприйнятими у гідробіології методами [13]. Одночасно визначали температуру води, вміст розчиненого кисню, рН [1] та мінералізацію (TDS-метром). Біоіндикаційний аналіз проводили за індикаторними властивостями водоростей [2]. Виділення ядра альгофлори на відповідних рівнях систематичної ієрархії здійснювали з використанням методичного підходу [2]: розраховували середню кількість видів у таксоні і її середньоквадратичне відхилення — σ . На осі абсцис відкладали таксони за кількістю видів (крива розподілу), а на осі ординат — значення σ і проводили паралельну осі абсцис лінію, яка відсікає верхню частину кривої із значимою групою таксонів [2, 11].

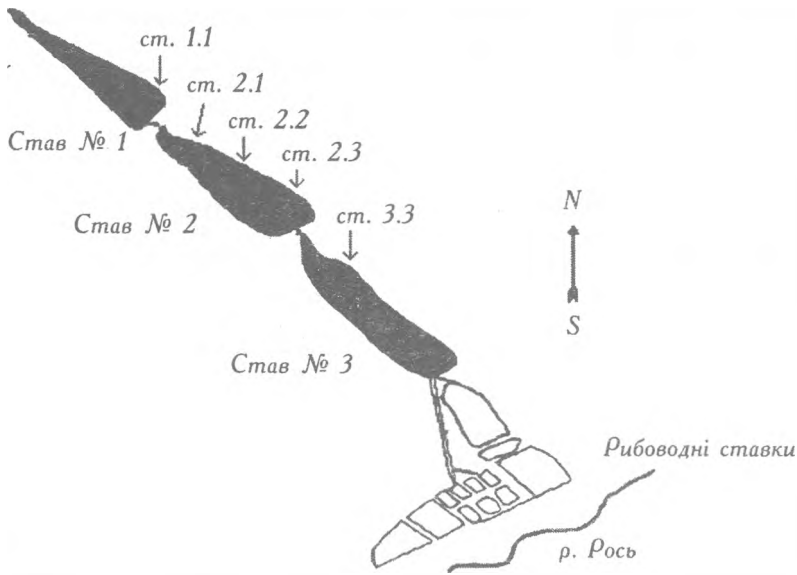
Для каскаду ставів характерне надмірне забруднення неорганічними сполуками азоту, при цьому його концентрація у воді ставу № 2 значно вища, ніж у ставах № 1 і 3 [5, 6]. Для більш об'єктивної оцінки можливого впливу на різноманіття фітопланктону існуючого гідрохімічного режиму в осінній період 2016 р. було додатково визначено концентрацію у воді амонійного, нітратного і нітритного азоту, фосфору фосфатів, органічних речовин (за показниками перманганатної та біхроматної окиснюваності) [1].

Враховуючи вищесказане, станції відбору проб обирали таким чином, щоб вивчити різноманіття фітопланктону та гідрохімічні характеристики водойм безпосередньо у місці ймовірного забруднення та по акваторії каскаду ставів.

Результати досліджень та їх обговорення

Гідрохімічний режим. Аналіз багаторічної динаміки гідрохімічних показників ставів дендропарку «Олександрія» у 1995 р., 2003—2004 рр. та 2015 р. [5, 6, 10, 15] показує, що вони характеризувались високим вмістом у воді неорганічних сполук, особливо амонійного азоту, хлоридів, органічних сполук (за значеннями перманганатної та біхроматної окиснюваності), високою

¹ Автори висловлюють подяку д. б. н. О. С. Потрохову, к. б. н. О. Г. Зінковському та пров. інж. О. М. Водяницькому за допомогу у відборі проб.



1. Схема каскаду водойм «Олександрія» [6].

мініралізацією води, дефіцитом розчиненого кисню та відносно низькою концентрацією фосфору фосфатів і сульфатів. Особливістю каскаду досліджених водойм є наявність точкового джерела забруднення у ставі № 2, яке спричинило надходження в його водну товщу гіпервисокої концентрації неорганічних форм азоту [5, 6].

Морфометрична характеристика та вміст біогенних елементів у ставах № 1—3 дендропарку «Олександрія» за ретроспективними даними представлені в таблиці 1.

Вміст інших токсичних для розвитку біоти речовин (важких металів і нафтопродуктів) впродовж 1995—2001 рр. у всіх досліджених водоймах знизився [7, 10].

Температура води у період проведення досліджень коливалась у межах 3,3—26,4°C, статистично достовірної різниці у температурному режимі ставів не встановлено (табл. 2). Значення рН у ставах № 1 і № 2 були близькими, а у ставу № 3 впродовж весни — осені — дещо нижчими. Цікавим феноменом гідрохімічного режиму ставу № 2 є відносно високий вміст розчиненого у воді кисню (до 12,4 мг/дм³) і насичення ним води (до 150,3%) на фоні високої концентрації мінерального азоту. Це зумовлено, на наш погляд, фотосинтетичною активністю фітопланктону, максимальна біомаса якого досягала 17,68—57,44 мг/дм³.

Тенденція зниження вмісту неорганічного азоту у ставі № 2 порівняно з даними 1995—2004 рр. [5, 6, 10] спостерігалась влітку — восени 2015 р. [14].

1. Морфометрична характеристика та вміст біогенних елементів у каскаді ставів дендропарку «Олександрія»

Показники	Став № 1	Став № 2	Став № 3
Площа водної поверхні, га	0,3	0,6	1,0
Глибина ставів		1,5—2,0 м	
Живлення ставів		Джерельне	
Проточність ставів		9—11 м³/год	
Зв'язок між ставами [6]		Греблі висотою 1,5—2,0 м	
Вміст сполук азоту, мг N/дм³			
у 1995—2001 рр. [10]			
NH ₄ ⁺	1,00—281,00	9,82—660,00	3,95—286,28
NO ₂ ⁻	0,13—2,32	0,73—9,13	0,26—6,60
NO ₃ ⁻	15,23—140,00	13,98—123,41	3,41—67,11
у 2003—2004 рр. [5, 6]			
NH ₄ ⁺ у місці надходження забруднених вод	—	1200,00—1400,00	—
у водоймі			
NH ₄ ⁺	4,30—136,90	280,00—1400,00	34,80—53,90
NO ₂ ⁻	0,15—0,85	1,95—3,33	0,01—0,63
NO ₃ ⁻	9,70—47,00	25,80—65,00	15,50—29,90
у 2015 р. [14]			
NH ₄ ⁺	—	250,00—350,00	—
NO ₂ ⁻	—	0,80—4,00	—
NO ₃ ⁻	—	80,00—180,00	—
Загальна мінералізація, мг/дм³ [5, 6] у місці надходження забруднених вод	—	2500	—
в середньому у водоймі	1538	1749	1500
Вміст фосфору фосфатів, мг P/дм³ [5, 6]	0,005—0,007	0,005—0,011	0,007—0,015

Дослідженнями інших гідрохімічних характеристик в осінній період 2016 р. встановлено вміст неорганічного азоту, фосфору фосфатів та органічних речовин (табл. 3). Вміст неорганічних сполук азоту дещо знизився,

2. Деякі гідрохімічні та гідрофізичні показники каскаду ставів дендропарку «Олександрія» у весняно-осінній період 2016 р.

Стави	Температура, °C	Вміст кисню, мг O ₂ /дм ³	Насичення води киснем, %	pH	Мінералізація, мг/дм ³
Став № 1	4,7 – 26,4	7,2 – 11,7	67,0 – 137,2	7,2 – 9,0	1500 – 1890
	16,4	9,7	100,3	7,8	1680
Став № 2	3,3 – 26,4	8,7 – 12,4	82,5 – 150,3	7,4 – 8,7	1140 – 1370
(станція 2.1 біля джерела забруднення)	16,8	12,1	145,9	7,9	1250
Став № 3	4,2 – 26,4	5,5 – 12,7	52,2 – 141,3	7,1 – 7,7	704 – 792
	16,3	10,1	102,0	7,4	754

Примітка. Тут і у табл. 2: над рисою — межі коливань, під рисою — середнє значення.

найбільшим був вміст амонійного азоту, а найменшим — нітритного. Мінімальним вмістом всіх форм азоту характеризувався став № 3. Вміст фосфору фосфатів був досить низьким у всіх водоймах (0,01—0,05 мг P/дм³), тому й відношення N/P було високим, що, очевидно, є важливою специфічною рисою їх гідрохімічного режиму.

Відносно високе значення біхроматної окиснюваності порівняно з перманганатною вказує на значний вміст у воді важкодоступних органічних речовин.

Якісне різноманіття фітопланктону. Фітопланктон каскаду досліджених ставів був представлений 108 видами водоростей, що включали 121 внутрішньовидовий таксон (ввт), включно з тими, що містять номенклатурний тип виду.

Найбільш багатим був фітопланктон ставу № 3, водорості якого належали до 6 відділів, 10 класів, 19 порядків, 22 родини, 38 родів, 77 видів і 88 ввт. Фітопланктон ставу № 2 включав 4 відділи, 6 класів, 10 порядків, 14 родин, 25 родів, 58 видів (63 ввт). Альгофлору ставу № 1 формували водорості 5 відділів, 8 класів, 14 порядків, 17 родин, 27 родів, 52 видів (58 ввт) (табл. 4).

Основу видового різноманіття досліджуваних ставів складали еугленові, зелені та діатомові водорості. У всіх водоймах провідними класами були Euglenophyceae, Bacillariophyceae та Chlorophyceae, порядками — Euglenales та Sphaeropleales, родинами — Euglenaceae і Scenedesmaceae. На рівні родів переважали *Phacus* Dujard., *Lepocinclis* Perty та *Navicula* Bory (табл. 5).

Порівняльний аналіз видового складу фітопланктону за коефіцієнтом Серенсена показав найбільшу схожість для ставів № 1 і 2 ($K_s = 0,55$), для № 2 і 3 він становив 0,48, для № 1 і 3 — 0,38. Такі значення коефіцієнту Серенсена вказують на те, що у кожному з цих ставів відбуваються дещо відмінні внутрішньоводоймні процеси. Це підтверджується невеликою

3. Вміст біогенних елементів, органічних речовин у каскаді ставів дендропарку «Олександрія» в осінній період 2016 р.

Стави	Азот загальний, мг N/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	PO ₄ ³⁻ , мг P/дм ³	Окиснюваність, мг O/дм ³	
						перманганатна	біхроматна
Став № 1	34,90 – 39,27	25,24 – 28,43	0,089 – 0,093	9,57 – 10,75	0,000 – 0,020	11,20	265,20
	37,09	26,84	0,091	10,16	0,010		
Став № 2	27,23 – 29,27	14,03 – 14,46	0,081 – 0,88	13,12 – 13,93	0,012 – 0,008	9,71	185,23
	28,25	14,25	0,086	13,55	0,010		
станція 2.1 (біля джерела забруднення)	29,53 – 30,04	13,76 – 14,02	0,087 – 0,088	15,68 – 15,93	0,000 – 0,013	9,6	181,08
	29,78	13,89	0,088	15,81	0,070		
станція 2.2	28,80 – 29,63	14,51 – 14,83	0,077 – 0,080	14,21 – 14,72	0,003 – 0,006	9,28	199,81
	29,22	14,67	0,075	14,47	0,003		
станція 2.3	23,88 – 25,77	13,82 – 14,54	0,079 – 0,089	9,48 – 11,14	0,033 – 0,006	10,24	174,83
	24,57	14,18	0,084	10,31	0,047		
Став № 3	13,45 – 16,64	8,42 – 9,97	0,091 – 0,100	4,94 – 6,57	—	8,0	87,42
	15,05	9,20	0,096	5,76			

4. Видове різноманіття каскаду ставів 1—3 дендропарку «Олександрія»

Відділи	Став № 1	Став № 2	Став № 3
Cyanophyta	<u>6(6)</u> 10	<u>2(2)</u> 3	<u>4(4)</u> 4
Euglenophyta	<u>14(20)</u> 34	<u>22(27)</u> 43	<u>23(34)</u> 39
Chrysophyta	—	—	<u>1(1)</u> 1
Xanthophyta	—	—	<u>2(2)</u> 2
Bacillariophyta	<u>15(15)</u> 26	<u>12(12)</u> 18	<u>21(21)</u> 24
Dinophyta	<u>1(1)</u> 2	—	—
Chlorophyta	<u>16(16)</u> 28	<u>22(22)</u> 36	<u>26(26)</u> 30
Всього:	<u>52(58)</u> 100	<u>58(63)</u> 100	<u>77(88)</u> 100

Примітка. Над рискою — кількість видів (ввт), під рискою — частка, %.

кількістю спільних для фітопланктону всього каскаду видів (20, що становить 17% загального видового різноманіття).

У сезонному аспекті спостерігали збільшення видового різноманіття з весни до літа та зниження в осінній період, хоча у ставі № 3 ці коливання були згладжені (рис. 2). Влітку у всіх ставах зросло видове різноманіття зелених та евгленових водоростей.

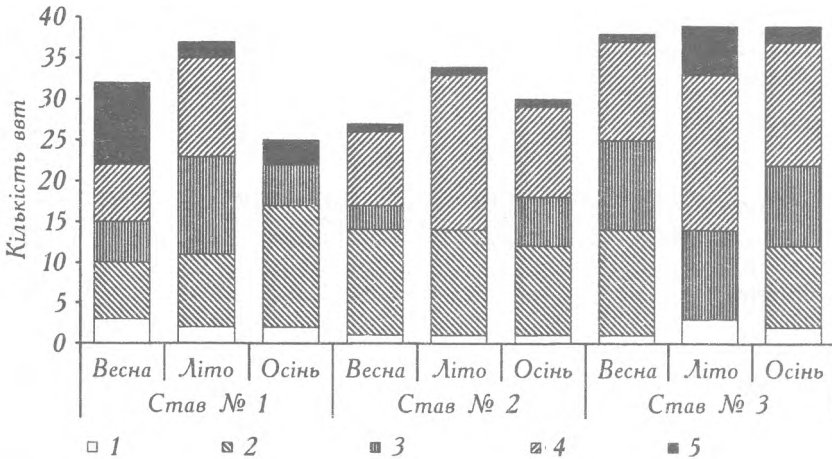
Кількісні показники фітопланктону. Чисельність фітопланктону досліджених ставів впродовж весняно-осіннього періоду коливалась у межах 0,22—21,96 млн. кл/дм³. Біомаса фітопланктону була не менш динамічною у часі та змінювалась від 0,18 до 57,44 мг/дм³. Найбільші її значення були відмічені у ставі № 2, наприкінці літа (24.08.2016) вони досягали 57,44 мг/дм³, що було зумовлено масовим розвитком евгленової водорості *Leposinclis ovum* var. *discifera* M. A. Conrad. Структуроутворюючими відділами у чисельності і біомасі фітопланктону були зелені та евгленові водорості (табл. 6).

Сезонна динаміка розвитку фітопланктону характеризувалась високою динамічністю (рис. 3). У ставах № 1 та 3 спостерігали по чотири піки. Навесні чисельність досягала у них відповідно 6,4 та 7,1 млн. кл/дм³, що було викликано домінуванням відповідно *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs (0,13 мг/дм³) і *Chlamydomonas globosa* J. Snow (7,2 мг/дм³). Два осінні піки (чисельність досягала відповідно 9,9 і 11,2 та 16,8 і 16,9 млн. кл/дм³) були зу-

5. Провідні таксони за кількістю видів і внутрішньовидових таксонів водойм дендропарку «Олександрія»

Таксони	Став № 1	Став № 2	Став № 3
Класи			
Euglenophyceae	20	27	34
Bacillariophyceae	13	10	10
Chlorophyceae	13	16	26
Порядки			
Euglenales	20	27	34
Sphaeropleales	9	11	21
Naviculales	—	5	8
Родини			
Euglenaceae	20	27	34
Naviculaceae	7	4	3
Scenedesmaceae	7	8	15
Роди			
<i>Phacus</i> Dujard.	13	11	11
<i>Lepocinclis</i> Perty	4	6	4
<i>Navicula</i> Bory	5	4	3
<i>Chlamydomonas</i> Ehrenb.	3	3	3
<i>Trachelomonas</i> Ehrenb.	2	4	9
<i>Acutodesmus</i> (E. Hegew.) P. Tsarenko	—	3	4
<i>Desmodesmus</i> (Chodat) An et al.	3	—	5
<i>Euglena</i> Ehr.	1	4	6
<i>Strombomonas</i> Deflandre	—	—	3
<i>Oocystis</i> A. Braun	3	—	—
<i>Monoraphidium</i> Komark.	—	—	4
<i>Caloneis</i> Cl. in Cl. et Grove	—	—	3

мовлені домінуванням зелених (у ставі № 1 *Ch. reinhardtii* P. A. Dang. — 0,87 мг/дм³, *Ch. globosa* — 0,31, *A. falcatus* 0,08—0,16 мг/дм³, а у ставі № 3 — ще й синьозелених водоростей (*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs — 0,99 мг/дм³). У ставі № 2 виявлено три підйоми чисельності фітопланктону. Літні (7,6 і 21,8 млн. кл/дм³) були спричинені вегетацією зелених (*Ch. globosa* — 1,6—3,5 мг/дм³, *Ch. monadina* (Ehrenb.) F. Stein — 1,76 мг/дм³, *Coelastrum microporum* Nägeli — 0,15 мг/дм³ і евгленових водоростей (*L. ovum* var. *discifera* — 47,28 мг/дм³, *Trachelomonas hispida* var. *hispida* (Perty) F. Stein emend.



2. Сезонна динаміка видового різноманіття фітопланктону ставів дендропарку «Олександрія». Тут і на рис. 3: 1 — Cyanophyta; 2 — Euglenophyta; 3 — Bacillariophyta; 4 — Chlorophyta; 5 — інші.

Deflandre — $3,71 \text{ мг/дм}^3$, *T. intermedia* P. A. Dang. — $1,78 \text{ мг/дм}^3$. Весняний максимум ($12,5 \text{ млн. кл/дм}^3$) був зумовлений розвитком синьозелених (*Aphanocapsa grevillei* (Hassal) Rabenh. — $0,06 \text{ мг/дм}^3$) і евгленових (*Euglena granulata* (G. A. Klebs) Schmitz — $2,72 \text{ мг/дм}^3$, *L. ovum* (Ehrenb.) Lemmerm. — $2,29 \text{ мг/дм}^3$, *E. polymorpha* P. A. Dang. — $1,08 \text{ мг/дм}^3$).

Інформаційне різноманіття фітопланктону коливалось у межах $0,22\text{—}3,11 \text{ біт/екз}$, статистично достовірних відмінностей між досліджуваними ставами не встановлено. Мінімальні значення індексу Шеннона реєстрували у пізньовесняний та літній періоди (за домінування *A. falcatus* у ставі № 1, *L. ovum* var. *palatina* Lemmerm. та *A. falcatus* — у ставі № 2, *Ch. globosa* та *A. falcatus* — у ставі № 3).

Сапробіологічна оцінка якості води, виконана за методом Пантле — Букк у модифікації Сладечека, показала, що у ставі № 2 індекси сапробності були дещо вищими, ніж в інших. Середні значення індексу сапробності за чисельністю і біомасою фітопланктону становили у ставі № 1 відповідно $2,13 \pm 0,18$ і $2,14 \pm 0,20$, № 2 — $2,17 \pm 0,04$ і $2,10 \pm 0,05$, № 3 — $2,02 \pm 0,04$ і $2,10 \pm 0,04$ (згідно з [13] — категорія якості вод «слабо забруднені»).

Фітопланктон ставів, особливо ставу № 2, у домінуючому комплексі якого провідна роль належала Euglenophyta і Chlorophyta, є тією специфічною структурою водоростевих угруповань, яка адаптувалася до вегетації за підвищеного вмісту неорганічних сполук азоту у воді.

Проведений біоіндикаційний аналіз списку водоростей фітопланктону досліджуваних ставів показав, що за приуроченістю до певних місцезростань переважали планктонно-бентосні (у ставках № 1, 2 і 3 — відповідно 41, 47 і 50%) та планктонні форми (35, 35 і 31%). За відношенням до температури переважали евритерміні види, їх частка по ставках становила відповідно 78, 72 і 78%. За відношенням до галобності переважали індіференти (відповідно

6. Біомаса (мг/дм³) фітопланктону водойм дендропарку «Олександрія»

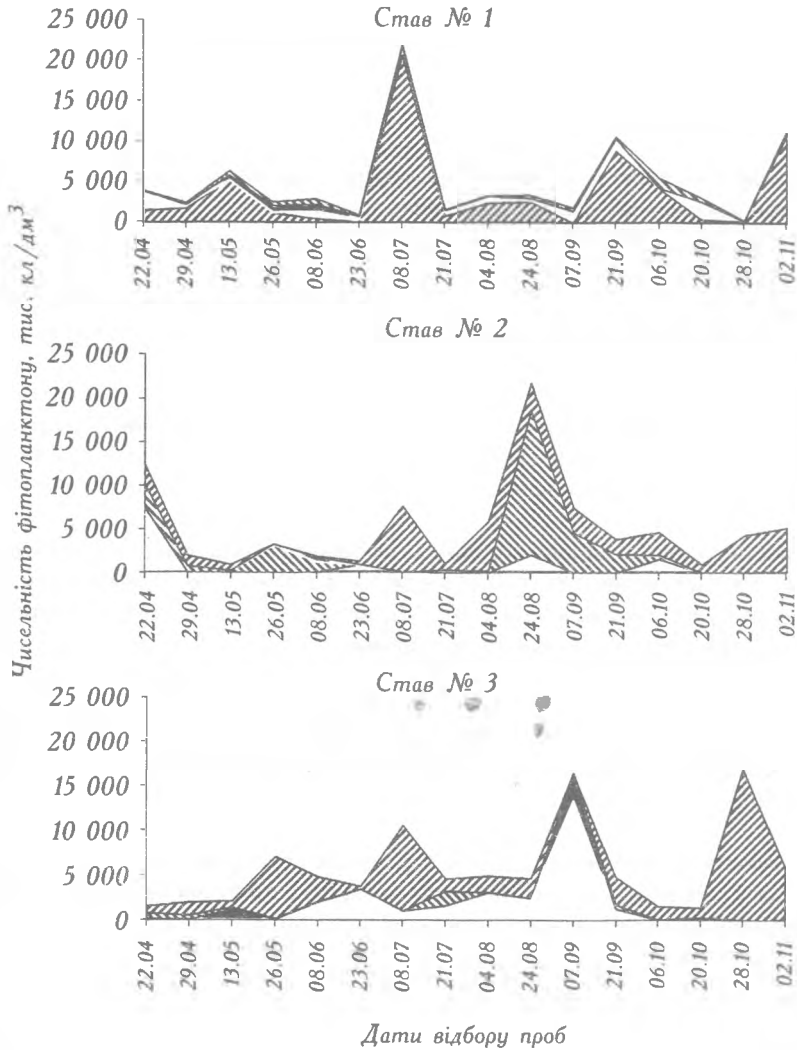
Відділи	Став № 1	Став № 2	Став № 3
Cyanophyta	0 – 0,08 0,02(1%)	0 – 0,06 0,01(0,1%)	0 – 0,09 0,12(3%)
Euglenophyta	0,11 – 2,01 0,66(33%)	0,03 – 55,24 6,10(78%)	0 – 5,76 1,33(34%)
Chrysophyta	—	—	0 – 0,02 0,0001(< 1%)
Xanthophyta	—	—	0 – 0,01 0,001(< 1%)
Bacillariophyta	0,008 – 0,44 0,10(5%)	0 – 0,33 0,04(1%)	0 – 3,46 0,37(9%)
Dinophyta	0 – 0,10 0,01(< 1%)	—	—
Chlorophyta	0 – 3,43 1,22(61%)	0,06 – 8,50 1,62(21%)	0,11 – 13,95 2,11(54%)
Всього	0,18 – 5,06 2,00(100%)	0,39 – 57,44 7,77(100%)	0,60 – 14,47 3,85(100)

П р и м і т к а. Над рискою — межі коливань, під рискою — середнє значення; у дужках — част-
ка, %.

84, 78 і 75%). Індиференти також переважали за відношенням до рН (72, 77 і 78%), решта — алкаліфіли, ацидофіли були присутні лише в другій водоймі (5%). У всіх водоймах переважали види, характерні для повільно текучих вод (близько 73%).

Такий розподіл водоростей пояснюється насамперед морфометричними особливостями ставів, зокрема невеликою глибиною, що зумовило наявність у фітопланктоні видів, здатних розвиватись в широкому діапазоні температур, і переважання планктонно-бентосних форм над типово планктонними. Наявність у ставі № 2 крім індиферентів по відношенню до рН ще й алкаліфілів і ацидофілів підтверджує дані стосовно більшого антропогенного забруднення, зумовленого насамперед сполуками азоту.

Кореляційний аналіз між кількістю видових таксонів, чисельністю, біомасою домінуючих відділів (Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta) і фітопланктону у цілому та вмістом NH_4^+ , NO_2^- та NO_3^- в усіх ставах в осінній період 2016 р. показав наявність достовірної прямої кореляційної залежності між концентрацією амонійного азоту та біомасою ($r = 0,67$, $p = 0,034$) і достовірної оберненої — між перманганатною окиснюваністю і чисельністю ($r = -0,91$, $p = 0,028$). Кореляція між вмістом фосфору фосфатів у воді і



3. Сезонна динаміка структури чисельності фітопланктону ставів дендропарку «Олександрія».

біомасою та чисельністю фітопланктону статистично невірогідна (відповідно $r = -0,20$, $p = 0,57$, $r = -0,16$, $p = 0,67$).

Отже, надмірне надходження неорганічних сполук азоту разом з органічним забрудненням проявлялось у формуванні евгленово-зеленого фітопланктону, високою чисельністю дрібноклітинних форм, формуванням декількох піків кількісних показників за рахунок представників цих відділів.

За літературними даними, наслідки надходження високих концентрацій неорганічного азоту проявляються і на інших трофічних рівнях: у зміні структури і функціонуванні бактеріопланктону та бактеріобентосу [10],

відсутності водних і надземних рослин у місці надходження забруднення, низькій чисельності зоопланктону та відсутності риби [6].

Висновки

Гідрохімічний режим ставів дендропарку «Олександрія» характеризується надходженням значної кількості амонійного, нітратного, нітритного азоту та органічних речовин і у той же час відносно хорошим кисневим режимом.

Фітопланктон каскаду ставів був досить різноманітним і формувався 108 видами водоростей (121 ввт), переважали відділи *Euglenophyta*, *Chlorophyta* і *Bacillariophyta*.

Найбільш різноманітними були водорості планктону в найменш забрудненому ставі № 3 — 77 видів (88 ввт), що належали до 6 відділів. Біднішим за видовим складом водоростей був планктон ставу № 1 (52 види (58 ввт)).

Схожість видового складу водойм за коефіцієнтом Серенсена характерна для ставів № 1 і 2 становила $K_s = 0,55$, для № 2 і 3 — 0,48, найменшим значення коефіцієнта було для ставів № 1 і 3 (0,38), що вказує на відмінність внутрішньоводойменних процесів у кожному з цих ставів.

Видами-домінантами були евгленові (*Lepocinclis ovum* var. *discifera*, *Trachelomonas hispida* var. *hispida*, *T. intermedia*, *Euglena granulata*) та зелені (*Ankistrodesmus falcatus*, *Acutodesmus obliquus*, *Chlamydomonas globosa*, *Coelastrum microporum*) водорості.

Чисельність фітопланктону ставів впродовж вегетаційного сезону коливалась від 0,22 до 21,96 млн. кл./дм³, біомаса — від 0,18 до 57,44 мг/дм³. Середні значення біомаси для ставів становили відповідно $2,00 \pm 0,31$, $7,77 \pm 3,11$ та $3,85 \pm 0,84$ мг/дм³.

У сезонній динаміці водоростевих угруповань планктону відмічено декілька піків, зумовлених масовою вегетацією представників *Chlorophyta* та *Euglenophyta*.

За сапробіологічною характеристикою водойми належать до класу «слабо забруднених», індекси сапробності коливались у межах 1,98—2,34. Водорості, що розвиваються у них, здатні адаптуватись до існуючого значного азотного забруднення та високого вмісту важкодоступних органічних речовин.

Біоіндикаційний аналіз списку водоростей фітопланктону показав переважання планктонно-бентосних (46%) та планктонних (34%), евритермних (76%), індіферентів щодо галобності (79%) та рН (76%) видів. Лише у ставі № 2 були присутні алкаліфіли та ацидофіли (5%). Такий розподіл водоростей зумовлений як морфологічними характеристиками ставів, так і існуючим гідрохімічним режимом, а також здатністю водоростей адаптуватися до специфічних умов ставів.

Встановлено достовірні кореляційні зв'язки між вмістом амонійного азоту та біомасою фітопланктону, а також між перманганатною окиснюваністю та його

чисельністю, що вказує на значну роль у функціонуванні водоростевих угруповань гідрохімічного режиму досліджених ставів.

Установлено, что на современном этапе функционирования фитопланктон каскада прудов дендропарка «Александрия» формируют 108 видов (121 ввт) водорослей из 7 отделов, которые развиваются под воздействием высокой концентрации неорганического азота. Основу флористического спектра фитопланктона формируют представители *Euglenophyta*, *Chlorophyta* и *Bacillariophyta*. Исследованные водоемы характеризуются низким видовым разнообразием, преобладанием эвгленовых и зеленых водорослей. По сапробиологической характеристике водоемы относятся к классу «слабо загрязненных» с преобладанием планктонных, планктонно-бентосных, эвритермных, индифферентных по отношению к галобности и pH видов. Между концентрацией в воде аммонийного азота и биомассой фитопланктона, а также между перманганатной окисляемостью и численностью фитопланктона установлены достоверные корреляционные связи.

It was established that at the present stage phytoplankton of the ponds of the «Oleksandria» is represented by 108 species (121 intraspecies taxa) of algae of 7 divisions that develops under the effect of high concentrations of inorganic nitrogen. *Euglenophyta*, *Chlorophyta* and *Bacillariophyta* form the basis of phytoplankton floristic spectrum. Pond with the highest concentrations of inorganic nitrogen was characterized by low species diversity, dominance of *Euglenophyta* and *Chlorophyta*. Saprobiologic characteristic has shown that ponds belong to the class of «slightly polluted» with predominance of planktonic, planktonic-benthic, eurytherm, indifferent regarding salinity and pH species. Significant correlations was found between concentration of ammonia nitrogen and phytoplankton biomass and numbers and between permanganate oxidation its abundance.

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 442 с.
2. Барина С. С., Мегведова Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
3. Березовська В. Ю. Різноманіття водоростей водойм дендропарку «Олександрія» // Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали Міжнародного конф. мол. учених, присвяченої 120-річчю від дня народження Д. К. Зерова, м. Полтава, 15—20 вер. 2015 р. — Полтава, 2015. — С. 18—19.
4. Денисова А. И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования — Киев: Наук. думка, 1979. — 290 с.
5. Киризий Т. Я., Бабиц Г. Б., Самойлова Т. Д. Динамика содержания минерального азота в водоемах дендропарка «Александрия» (г. Белая Церковь) // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2005. — № 3. — С. 195—197.
6. Крот Ю. Г., Киризий Т. Я., Бабиц Г. Б., Леонцева Т. І. Динаміка гідрохімічного режиму каскаду водойм дендропарку «Олександрія»

- (м. Біла Церква) при надходженні неорганічних форм азоту з джерельними водами // Там же. — 2005. — № 1—4. — С. 102—108.
7. Кулик С. М. Динаміка розповсюдження техногенного забруднення у біокосних системах території державного дендропарку «Олександрія» // Пошукова та екол. геохімія. — 2003. — № 2/3. — С. 58—61.
 8. Курейшевич А. В., Журавлева Л. А. Связь между содержанием хлорофилла *a* и концентрацией биогенных веществ в воде днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1997. — Т. 33, № 1. — С. 75—83.
 9. Олейник Г. Н., Старосила Е. В. Структура и функционирование бактериопланктона и бактериобентоса в водоемах с высоким содержанием неорганического азота // Там же. — 2010. — Т. 46, № 4. — С. 28—40.
 10. Плескач Л. Я. Забруднення водойм дендропарку «Олександрія» та його вплив на стан рослинності // Інтродукція рослин. — 2004. — № 2. — С. 80—87.
 11. *Різноманіття альгофлори і гідрохімічна характеристика акваландшафтів* / Під ред. В. І. Щербака. — К.: Фітосоціоцентр, 2011. — 164 с.
 12. Сиренко Л. А., Курейшевич А. В., Медведь В. А. Особенности развития фитопланктона верхнего и нижнего участков зарегулированной реки (на примере Днепра) // Гидробиол. журн. — 1997. — Т. 33, № 2. — С. 47—56.
 13. Щербак В. І. Методи визначення характеристик головних угруповань гідро біонтів водних екосистем. 1. Фітопланктон // Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — С. 8—27.
 14. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. — Киев: Наук. думка, 1990. — 256 с.
 15. Яровий О. О. Продукционные характеристики фитопланктона в водоемах с экстремально высокими концентрациями растворенных соединений азота // Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: Зб. матеріалів III наук.-практ. конф. мол. вчених. — К., 2016. — С. 62—64.
 16. Henry R., Tundisi J. G., Curi P. R. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir (Lobo Reservoir, Brazil) // Hydrobiologia. — 1984. — Vol. 118, N 2. — P. 177—185.
 17. Kureyshevich A. V. Response of phytoplankton of eutrophic reservoirs to the increase in the content of phosphorus and nitrogen in their waters // Hydrobiol. J. — 2005. — Vol. 41, N 6. — P. 3—22.