

УДК 574.583 (28) + 581.526.325

Т.Ф. ШЕВЧЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net
ORCID 0000-0002-6436-4968

П.Д. КЛОЧЕНКО, д. б. н., проф., завідувач відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: pklochenko@ukr.net
ORCID 0000-0003-4886-6746

Г.В. ХАРЧЕНКО, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна

З.Н. ГОРБУНОВА, молод. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна

СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ВОДОРОСТЕЙ ЕПІФІТОНУ У ВОДОЙМАХ ІЗ РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ

*Структуру угруповань водоростей епіфітону досліджували у водоймах Державного дендрологічного парку «Олександрія» (Україна). Встановлено, що ставки, розташовані у Західній балці, характеризувалися значно вищим ступенем комплексного антропогенного забруднення (неорганічними сполуками азоту, фосфору, хлоридами, сульфатами та органічними речовинами) порівняно із водоймами Середньої та Східної балок. Відповідно і типи угруповань водоростей епіфітону (синтаксони), виділені у водоймах із різним ступенем забруднення, значно відрізнялися між собою за складом, кількістю та екологічними характеристиками діагностичних таксонів, за видовим багатством водоростей епіфітону в цілому, середньою кількістю видів в окремих угрупованнях, таксономічною структурою, кількісними показниками розвитку водоростей та домінуючим комплексом. Встановлено, що угруповання водоростей епіфітону, знайдені у ставках Західної балки, належать до асоціації *Gomphoneto parvuli-Nitzschietum paleae*, а угруповання фітоепіфітону, зареєстровані у ставках Середньої та Східної балок — до асоціації *Cocconeo placentulae-Naviculietum tripunctatae*. Отримані дані щодо угруповань водоростей епіфітону можуть бути використані для синбіоіндикації стану водойм із різним ступенем забруднення та при проведенні екологічного моніторингу.*

Ц и т у в а н н я: Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д., Харченко Г.В., Горбунова З.Н. Структура угруповань водоростей епіфітону у водоймах із різним ступенем забруднення. *Гідробіол. журн.* 2023. Т. 59. № 3. С. 40—61.

Ключові слова: водорості епіфітону, угруповання, метод Браун-Бланке, хімічний склад води, ставки дендропарку «Олександрія».

Особливостями сьогодення є збільшення антропогенного навантаження на довкілля, яке супроводжується забрудненням водного середовища різноманітними органічними та неорганічними речовинами (нафтопродуктами, важкими металами, детергентами, пестицидами, біогенними елементами тощо). За цих умов створюються реальні загрози біорізноманіттю водних екосистем — як окремим видам гідробіонтів, так і їхнім угрупованням.

Відомо, що однією із найефективніших форм охорони природних об'єктів є їх заповідання. Поряд із основною функцією природно-заповідного фонду — збереження генофонду живих організмів, його важлива роль полягає ще й в тому, що заповідні території є полігоном для здійснення моніторингу довкілля [18]. Саме вони дають можливість аналізувати і прогнозувати зміни у навколишньому середовищі особливо з урахуванням глобальних масштабів антропогенного впливу, коли існує реальна загроза потрапляння забруднювальних речовин не тільки у звичайні водойми, але й у водні екосистеми, що знаходяться на територіях природно-заповідного фонду. Яскравим прикладом цього може слугувати Державний дендрологічний парк «Олександрія» (м. Біла Церква). Так, дослідження, які були проведені у 1995—2001 рр. засвідчили, що ставки Західної балки парку виявилися забрудненими не тільки нафтопродуктами і важкими металами, але й сполуками неорганічного азоту [13]. Високими були рівні забруднення зазначених водойм і в 2003—2004 рр. [8]. Результати визначення вмісту неорганічних сполук азоту і фосфору, хлоридів та органічних речовин у ставках дендропарку у 2016—2018 рр. показали, що їхня кількість порівняно з минулими роками хоча і зменшилася, однак залишається ще досить високою [6].

Щодо стану біоти водойм дендропарку, зокрема, їхньої рослинної ланки, то вона теж привертала увагу дослідників. Так, зокрема, перші відомості про водорості водойм парку знаходимо у роботі Д.О. Радзимовського [14]. Окремі види планктонних водоростей для деяких ставків дендропарку відзначені у наукових працях інших фахівців [2, 9, 28, 29], тоді як більш вичерпна інформація про перифитонні та планктонні водорості водойм дендропарку «Олександрія» наведена у роботах [23, 34, 36]. Особливості продукційно-деструкційних процесів у товщі води ставків дендропарку за участі водоростей висвітлені у роботі [24].

Варто зазначити, що для характеристики стану водних об'єктів та виявлення змін, які відбуваються в їхніх екосистемах за дії антропогенних чинників, досить важливим є вибір адекватних і надійних показників. Серед них особливе значення мають структурні і кількісні показники угруповань гідробіонтів, які більш чутливі до дії екологічних чинників і мають більшу цінність, ніж чисельність та біомаса окремих видів [26, 27]. Трансформація видового складу і рясності угруповань гідробіонтів відзеркалює як моно-, так і мультифакторний вплив на водні екосистеми і

дозволяє надійно охарактеризувати стан водних об'єктів та виявити зміни в їхніх екосистемах за дії несприятливих чинників.

Отже, в розрізі вищенаведеного, на сьогодні вкрай необхідно виділяти та описувати угруповання водоростей, які є первинною ланкою трофічної піраміди різнотипних водних об'єктів. Ці організми досить чутливо і швидко реагують на зміни природних умов або антропогенне навантаження [1, 19]. Тут особливої уваги заслуговують водорості епіфітону, які ведуть прикріплений спосіб існування і віддзеркалюють умови водного середовища, а тому можуть виступати надійними індикаторами перебудов у водних екосистемах. В цьому відношенні дослідниками вже здійснені певні напрацювання. Так, застосування методу Браун-Бланке, який широко використовується при ценологічних дослідженнях, дало можливість описати угруповання водоростей епіфітону, які розвиваються в обростанні вищих водних рослин озер м. Києва [32, 35] та Канівського водосховища [33], а також зелених нитчастих водоростей у водосховищах Дніпровського каскаду [30]. Прикладом використання зазначеного методу для характеристики угруповань перифітонних водоростей інших субстратів є роботи як українських [31], так і закордонних [20, 25] фахівців.

Метою роботи було дослідження структури угруповань водоростей епіфітону, що розвиваються в обростанні вищих водних рослин у водоймах із різним ступенем забруднення органічними та неорганічними речовинами, а також класифікація виділених угруповань.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження проводили у серпні 2022 р. на території Державного дендрологічного парку «Олександрія», що включає три каскади декоративних штучних ставків, які наповнюються за рахунок джерел. Їх детальний опис, а також карта-схема водойм парку наведені у роботі [24]. Дослідженнями було охоплено вісім ставків, а саме: Потерчата (49°48' 43.28" N, 30°3'20.88" E), Русалка (49°48'38.83" N, 30°3'26.19" E), Водяник (49°48'32.39" N, 30°3'32.80" E), Скельний (49°48'27.61" N, 30°3'37.81" E), Поповича (49°48'31.79" N, 30°4'3.15" E), Срібний Серпанок (49°48'30.57" N, 30°4'8.15" E), Дзеркальний (49°48'46.51" N, 30°4'17.77" E) та Лазневий (49°48'38.57" N, 30°4'19.30" E). Їх вибір обумовлений спільною наявністю повітряно-водних рослин.

Проби фітоепіфітону відбирали з очерету звичайного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогузу широколистої (*Typha latifolia* L.), лепехи звичайної (*Acorus calamus* L.) та лепешняка великого (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb.), використовуючи загальноприйняті у практиці гідробіологічних досліджень методи [10, 17]. Частина проб продилялися у живому стані, а інші (об'ємом 50 см³) фіксували 40 %-ним розчином формальдегіду (із кінцевою концентрацією 4 %). Чисельність фітоепіфітону визначали на рахунковій платівці у краплі об'ємом 0,1 см³, відібраної за допомогою штемпель-піпетки. Чисельність та біомасу водоростей

епіфітону розраховували на 1 г повітряно-сухої маси рослини-субстрату і виражали відповідно у млн. кл/г і в мг/г.

Латинські назви і обсяг таксонів водоростей наведені у відповідності до класифікаційних систем [37—40]. Екологічні характеристики водоростей-індикаторів наведені згідно [1, 4, 22, 41].

Видовий склад водоростей, знайдених у різних водоймах, порівнювали з використанням коефіцієнта флористичної подібності (КФП) Серенсена [10].

Для оцінки рясності видів використовували модифіковану шкалу Браун-Бланке, де 1 — випадковий вид (<1 % загальної чисельності); 2 — супутній вид (1—5 %); 3 — субдомінант (>5—10 %); 4 — содомінант і 5 — домінант (>10 % загальної чисельності). Трапляння кожного виду розраховували за формулою: $C = n/N \cdot 100$ %, де C — наявність виду в певному блоці описів, n — кількість проб у даному блоці описів, де зустрівся вид, N — загальна кількість проб у даному блоці описів. При оцінці трапляння видів були прийняті наступні класи постійності: I — трапляння виду 1—20 %, II — 21—40 %, III — 41—60 %, IV — 61—80 %, V — 81—100 %. Угруповання водоростей класифікували, використовуючи метод Браун-Бланке. Дані опрацьовували традиційним методом фітоценологічних таблиць, які використовуються при еколого-флористичних дослідженнях [11, 12]. Всього в основу роботи покладено 31 опис. Найменування синтаксонів наведено у відповідності до «Міжнародного кодексу фітосоціологічної номенклатури» [42].

Концентрацію неорганічних сполук азоту і фосфору визначали колориметричним методом, хлоридів — методом Мора, сульфатів — об'ємним методом, а розчинених органічних речовин — за перманганатною та біхроматною окиснюваністю (відповідно ПО і БО) [15]. Величину рН вимірювали за допомогою приладу рН-150 МИ.

Статистичне опрацювання отриманих даних проведено за допомогою програми *MS Excel* 2010.

Результати досліджень

Характеристика досліджуваних ставків за гідрохімічними показниками. Загальновідомо, що формування хімічного складу поверхневих вод відбувається внаслідок перебігу складних хімічних процесів як у ґрунтах водозбірної території, так і внаслідок трансформації речовин у самих водоймах. Істотну роль при цьому можуть також відігравати різноманітні антропогенні джерела.

Найбільш повно віддзеркалює гідрохімічний режим будь-яких водойм рівень азоту і фосфору. Надмірне надходження у водну товщу цих елементів призводить до значного погіршення екологічного стану водних об'єктів внаслідок порушення рівноваги між процесами продукції і деструкції органічних речовин та є свідченням біогенного забруднення.

Гідрохімічними дослідженнями встановлено, що водойми дендропарку «Олександрія» суттєво відрізняються за вмістом неорганічних сполук азоту. Серед них особливу увагу привертають іони амонію. Так, най-

більша їхня концентрація була зареєстрована у ставках Західної балки, де вона коливалась від 32,50 до 84,00 мг N/дм³, тоді як в інших водоймах вона знаходилася в межах 0,03—0,59 мг N/дм³ (табл. 1).

Концентрація нітритів у воді природних водойм як правило не перевищує тисячні або соті частки міліграмів азоту в 1 дм³ [5]. Характеризуючи досліджувані водойми, варто зазначити, що такі величини нітритного азоту були відмічені лише у деяких ставках (Поповича, Срібний Серпанок, Дзеркальний і Лазневий), тоді як в інших водоймах вони були набагато вищими (0,600—2,113 мг N/дм³) (див. табл. 1).

Досліджувані ставки помітно відрізнялись і за вмістом нітратів. Так, якщо у водоймах Західної балки концентрація цих сполук змінювалася від 9,40 до 38,30 мг N/дм³, то в інших водоймах вона була в межах 0,26—6,30 мг N/дм³ (див. табл. 1).

Відмічаючи особливості розподілу неорганічного фосфору у ставках дендропарку важливо наголосити, що його вміст характеризувався меншими відмінностями, ніж вміст сполук азоту. Так, концентрація зазначеного елемента у досліджуваних водоймах коливалася в межах 0,017—0,089 мг/дм³ і була найбільшою у таких ставках як Потерчата і Русалка (див. табл. 1).

Варто зазначити, що хоча хлориди і сульфати є одними з основних компонентів сольового складу води, проте їхній підвищений вміст може свідчити про забруднення природних водних об'єктів. Як бачимо із табл. 1, найбільшою концентрацією цих сполук характеризувалися водойми Західної балки. Так, вміст хлоридів у них коливався від 245,9 до 746,6 мг/дм³, а вміст сульфатів — від 153,6 до 340,8 мг/дм³. Щодо інших во-

Таблиця 1

Гідрохімічна характеристика ставків дендропарку «Олександрія»

Показники	Ставки							
	Потерчата	Русалка	Водяник	Скельний	Поповича	Срібний Серпанок	Дзеркальний	Лазневий
NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	84,00	69,50	34,00	32,50	0,03	0,04	0,33	0,59
NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	1,278	2,113	0,481	0,600	0,069	0,062	0,036	0,018
NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	31,0	38,30	11,30	9,40	6,30	5,30	2,30	0,26
P _{неорг.} , мг/дм ³	0,089	0,080	0,044	0,035	0,020	0,030	0,017	0,020
Cl ⁻ , мг/дм ³	746,6	553,8	276,9	245,9	82,0	78,9	35,4	35,4
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	340,8	309,2	156,0	153,6	77,3	68,7	25,9	16,4
ПО, мг O/дм ³	10,4	12,2	8,4	8,1	5,0	5,3	4,4	6,1
БО, мг O/дм ³	92,6	82,0	60,0	46,9	32,0	40,0	12,0	14,0
pH	7,58	8,02	8,11	7,81	7,84	8,15	7,62	7,92

Примітка. У таблиці наведені середні значення гідрохімічних показників.

дойм, то концентрація йонів Cl^- та SO_4^{2-} у їхній воді була помітно меншою і не перевищувала значень 82,0 і 77,3 мг/дм³ відповідно.

Визначення концентрації легкоокиснюваних органічних сполук у воді досліджених водойм, яка оцінюється величиною перманганатної окиснюваності, засвідчило, що вона була практично у два рази вищою у ставках Західної балки порівняно з іншими водоймами (див. табл. 1).

Аналіз величин біхроматної окиснюваності, які характеризують загальний вміст розчинених органічних речовин, показав, що вони були найбільшими у ставках Потерчата і Русалка і становили відповідно 92,6 і 82,0 мг О/дм³ (див. табл. 1). Найменші значення БО були відмічені у ставках Дзеркальний та Лазневий (12,0 та 14,0 мг О/дм³).

Отже, визначення хімічного складу води досліджуваних ставків засвідчило, що більшість із них характеризуються суттєвим забрудненням органічними та неорганічними речовинами, які, наймовірніше, надходять із ґрунтовими водами.

Характеристика фітоепіфітону досліджуваних ставків. Використання еколого-флористичного методу дало змогу виділити декілька типів угруповань водоростей епіфітону (синтаксонів), що розвиваються у водоймах із різним ступенем забруднення органічними та неорганічними речовинами (табл. 2). Нижче наведено їхню характеристику.

Асоціація *Gomphonema parvuli-Nitzschietum paleae* ass. nova (описи 1—16, табл. 3).

Екологічні умови. Угруповання водоростей, що належать до даної асоціації, знайдені в усіх чотирьох ставках Західної балки (Потерчата, Русалка, Водяник, Скельний), що характеризуються найбільш високою концентрацією неорганічних речовин порівняно з іншими ставками парку «Олександрія». Так, наприклад, середня концентрація амонійного азоту у цих водоймах становила 55,00 мг N/дм³, нітритів — 1,118 мг N/дм³, нітратів — 22,50 мг N/дм³, неорганічного фосфору — 0,062 мг/дм³, хлоридів — 455,8 мг/дм³ та сульфатів — 239,9 мг/дм³. Тут також відмічена більш висока концентрація органічних речовин (значення ПО в середньому становили 9,8 мг О/дм³, а значення БО — 70,4 мг О/дм³).

Структура угруповань. Видове багатство угруповань водоростей, які належать до даної асоціації, невисоке. Знайдено 50 видів водоростей з чотирьох відділів. Найбільш різноманітні Bacillariophyta — 25 видів (50 % загальної кількості знайдених видів) і Chlorophyta — 16 видів (32 %). Внезок Euglenophyta (7 видів) та Cyanoprokaryota (2 види) становив відповідно 14 та 4 %. Середня кількість видів в окремих угрупованнях невисока — 15.

Діагностичні таксони: *Gomphonema parvulum* Kütz., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., *Planothidium lanceolata* (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht., *Navicula veneta* Kütz.

Номенклатурний тип: опис 2, табл. 3, ставки Західної балки, ставок Водяник, в обростанні *Phragmites australis*.

Субасоціація *Nitzschietosum paleae* subass. nova (описи 1—8, табл. 3).

Екологічні умови. Угруповання водоростей епіфітону даної субасоціації зареєстровані у третьому і четвертому ставках Західної балки (Водяник і Скельний) із досить високою концентрацією амонійного азоту (відповідно 34,00 та 32,50 мг N/дм³), нітритів (0,481 та 0,600 мг N/дм³),

Таблиця 2

Оглядова таблиця синтаксонів фітоепіфітону ставків дендропарку «Олександрія»

Синтаксони	1	2	3
Кількість описів	8	8	15
Діагностичні таксони асоціації <i>Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae</i>			
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	V ⁵	V ⁵	II
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	V ⁴	V ³	I
<i>Planothidium lanceolata</i> (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht.	IV ⁴	IV ⁴	II
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	III ³	III ³	I
Діагностичні таксони субасоціації <i>Tryblionelletosum hungaricae</i>			
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	—	V ⁴	—
<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Agardh) Kütz. emend. Cox et H.C. Bold	—	IV ³	—
Діагностичні таксони асоціації <i>Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae</i>			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	—	—	V ⁵
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	—	—	V ⁴
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	—	—	V ⁴
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	II	II	V ⁴
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.	—	—	IV ⁴
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb. var. <i>coronatum</i> (Ehrenb.) W. Sm.	II	II	IV ⁴
<i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) Ehrenb.	—	I	IV ³
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	—	—	III ⁴
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn.	—	—	III ⁴
<i>Encyonema caespitosum</i> Kütz.	—	—	III ³
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	—	—	III ²
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	—	—	III ²
<i>Navicula cryptocephala</i> Ehrenb.	I	II	III ²
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	—	—	III ²
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	—	—	III ²
<i>Amphora veneta</i> Kütz.	—	I	III ²

Примітка. 1 — асоціація *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae*; 2 — субасоціація *Tryblionelletosum hungaricae*; 3 — асоціація *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae*. Римськими цифрами позначені класи постійності. Надрядкові індекси вказують максимальний бал рясності виду. «—» — вид не знайдено.

Таблиця 3

Асоціація *Gomphonema parvuli-Nitzschietum paleae* ass. nova

Синтаксони	Субасоціація <i>Nitzschietum paleae</i>								Const	Субасоціація <i>Tryblionelletosum hungaricae</i>								Const
	14	15	16	14	15	16	19	19		11	14	12	15	18	14	16	15	
Кількість видів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Номери описів																		
Діагностичні таксони асоціації <i>Gomphonema parvuli-Nitzschietum paleae</i>																		
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V	
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	V		
<i>Planorhynchium lanceolatum</i> (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	IV		
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	III		
Діагностичні таксони субасоціації <i>Tryblionelletosum hungaricae</i>																		
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann									4	4	4	4	4	4	4	V		
<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Agardh) Kütz. emend. Cox et H.C. Bold									3	3	3	3	3	3	3	IV		
Інші таксони																		
<i>Euglena gracilis</i> G.A. Klebs	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	III		
<i>Euglena viridis</i> Ehrenb.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	III		
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	III		
<i>Phacus orbicularis</i> Hübner	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	III		

Продовження табл. 3

Синтаксони	Субасоціація Nitzschietosum paleae								Const	Субасоціація Tryptiionelletosum hungaricae								Const
	14	15	16	14	16	15	16	19		11	14	12	15	18	14	14	15	
Кількість видів	1	2	2	2	2	2	2	2		9	10	11	12	13	14	15	16	Const
Номери описів																		
<i>Phacus pleuronectes</i> (Ehrenb.) Dujard.		2		2	2	2			III	2			2		2		2	III
<i>Trachelomonas intermedia</i> P.A. Dang		2	2				2	2	III		2				2	2		II
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenb.				2	2		2	2	II						2			I
<i>Oedogonium</i> sp. st.		2		2			2	2	III	2			2	2		2		III
<i>Lyngbya martensiana</i> Meneg. ex Gomont	2		2				2	2	II	2				2	2			II
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.			2		2			2	II		2				2	2		II
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb. var. <i>coronatum</i> (Ehrenb.) W. Sm.		2		2			2	2	II				2		2	2		II
<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh			2					2	II						2			I
<i>Synedra acus</i> Kütz.	2		2					2	II			2			2			II
<i>Acutodesmus pectinatus</i> (Meyen.) P. Tsarenko		2	2		2			2	II				2	2		2		II
<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) P. Tsarenko				2				2	II									I
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerh.) P. Tsarenko		2	2					2	II				2	2				II

Продовження табл. 3

Синтаксони	Субасоціація Nitzschietosum paleae								Const	Субасоціація Tryptlonelletosum hungaricae								
	14	15	16	14	16	15	16	19		11	14	12	15	18	14	16	15	16
Кількість видів	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15	16	Const
Номери описів		2	2									2						
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedus.) P. Tsarenko		2	2			2			II									I
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.		2	2	2					II	2					2			II

Примітка. Тут і в табл. 5: в графах римськими цифрами позначені класи постійності, а арабськими — бали рясності за шкалою Браун-Бланке. Види водоростей, постійність яких становила менше 20 %, а відносна рясність — менше 10 %, не наведено.

Локалізація описів: Ставки Західної балки (1—16): 1, 2, 3, 4 — 08.2022, Водяник, 5, 6, 7, 8 — 08.2022, Скельний, 9, 10, 11, 12 — 08.2022, Потерчача, 13, 14, 15, 16 — 08.2022, Русалка, очерет звичайний *Phragmites australis* — (2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16), лепешняк великий *Glyceria maxima* — (1, 4, 6, 13).

нітратів (11,30 та 9,40 мг N/дм³), неорганічного фосфору (0,044 та 0,035 мг/дм³), хлоридів (276,9 та 245,9 мг/дм³) та сульфатів (156,0 та 153,6 мг/дм³), а також органічних речовин (ПО — 8,4 та 8,1 мг O/дм³, БО — 60,0 та 46,9 мг O/дм³) (див. табл. 1).

Структура угруповань. Видове багатство угруповань водоростей, які належать до даної субасоціації, невисоке. Знайдено 45 видів водоростей із чотирьох відділів. Bacillariophyta налічували 21 вид (46,7 % загальної кількості знайдених видів), Chlorophyta — 16 (35,6 %), Euglenophyta — 6 (13,3 %), Cyanoprokaryota — 2 (4,4 %).

Найбільшою кількістю видів представлені класи Bacillariophyceae (19), Chlorophyceae (13) та Euglenophyceae (6) та порядки Sphaeropleales (12), Euglenales (6), Cymbellales (5), Bacillariales (5) і Naviculales (5).

До складу родин, які налічують найбільшу кількість видів, входили Scenedesmaceae (11), Euglenaceae (6), Gomphonemataceae (5), Bacillariaceae (5) і Naviculaceae (5), а до складу провідних родів — *Gomphonema* (C. Agardh) Ehrenb. (5), *Nitzschia* Hass. (5) і *Navicula* Bory (5). Середня кількість видів в окремих угрупованнях невисока — 16.

Кількісні показники розвитку епіфітних водоростей в угрупованнях даної субасоціації досить високі: середні значення чисельності і біомаси становили відповідно 2,792 млн. кл/г і 2,10 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату.

Як за чисельністю, так і за біомасою переважали діатомові водорості. Їхній внесок у загальну чисельність епіфітону в середньому становив 48,9 %, а в загальну біомасу — 52,4 %. Друге місце займали зелені (32,8 % загальної чисельності епіфітону і 28,0 % його загальної біомаси), третє — евгленофітові (12,7 та 15,5 %), а четверте — синьозелені водорості (5,6 та

Таблиця 4

Екологічні характеристики діагностичних таксонів водоростей епіфітону ставків дендропарку «Олександрія»

Види	H	pH	Hb	N	S	Tr
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	B	ind	i	hne	α - ρ	e
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.	B	ind	i	hce	ρ	he
<i>Planothidium lanceolata</i> (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht.	B	alf	i	ate	α	e
<i>Navicula veneta</i> Kütz.	B	alf	hl	ate	α - ρ	e
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	P-B	alf	mh	ate	α	e
<i>Stigeoclonium tenue</i> (C. Agardh) Kütz. emend. Cox et H.C. Bold	B				α	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	B	alf	i	ate	β	e
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	B	alf	i	ate	β	e
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	B	alf	i		β	
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	B	alf		ats	β	me
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.	B	alf	i	ats	β	me
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb. var. <i>coronatum</i> (Ehrenb.) W. Sm.	B	ind	i		β	
<i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) Ehrenb.	B	alf	i	ats	β	oe
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	P-B	alf	hl	hne	α	e
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn.	B	alf		ats	β	e
<i>Encyonema caespitosum</i> Kütz.	B				α	oe
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	B	alf	i	ate	β	e
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	B	alf	i	ats	o	me
<i>Navicula cryptocephala</i> Ehrenb.	B	alf	i	ate	α	oe
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	B	alf	i	ate	β	e
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	B	alf	i	ate	β	e
<i>Amphora veneta</i> Kütz.	B	alb	i	ate	α - ρ	e

Примітка. H — місцезростання, Hb — відношення до солоності води, N — відношення до концентрації азотвмісних органічних сполук, S — сапробність, Tr — трофічність [1, 4, 41].

4,1 %). До складу домінантів входили *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *Planothidium lanceolata*, *Navicula veneta*.

Екологічні характеристики діагностичних таксонів. Усі чотири діагностичні види даної субасоціації є індикаторами умов навколишнього середовища (табл. 4). За приуроченістю до місцезростання вони належать до бентосних організмів. Ці види також є індикаторами забруднення води органічними речовинами. Так, *Planothidium lanceolata* належить до α -мезосапробіонтів, *Gomphonema parvulum* і *Navicula veneta* — до α -мезо- ρ -сапробіонтів, а *Nitzschia palea* — до ρ -сапробіонтів. По відношенню до рН *Gomphonema parvulum* і *Nitzschia palea* є індіферентними організмами, а *Planothidium lanceolata* і *Navicula veneta* — алкаліфілами. Серед індикаторів солоності води переважали індіферентні організми. *Navicula veneta* є галофілом. Серед показників трофічного рівня водойм переважали представники евтрофних вод. В той же час *Nitzschia palea* є представником гіперевтрофних вод. По відношенню до типу живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді *Planothidium lanceolata* і *Navicula veneta* належать до автотрофів, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук у воді. *Gomphonema parvulum* належить до факультативних гетеротрофних організмів, яким необхідне періодичне підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук у воді, а *Nitzschia palea* — до облігатних гетеротрофів, яким необхідні постійно підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук у воді.

Діагностичні таксони субасоціації *Nitzschietosum paleae* = діагностичні таксони асоціації *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae*.

Номенклатурний тип: опис 2, табл. 3, ставки Західної балки, ставок Водяник, в обростанні *Phragmites australis*.

Субасоціація *Tryblionelletosum hungaricae* subass. nova (описи 9—16, табл. 3).

Екологічні умови. Угруповання водоростей епіфітону, які належать до даної субасоціації, знайдені у перших двох ставках (Потерчата та Русалка) Західної балки з екстремально високою концентрацією амонійного азоту (відповідно 84,00 та 69,50 мг N/дм³), а також високою концентрацією нітритів (1,278 та 2,113 мг N/дм³), нітратів (31,00 та 38,30 мг N/дм³), неорганічного фосфору (0,089 та 0,080 мг/дм³), хлоридів (746,6 та 553,8 мг/дм³), сульфатів (340,8 та 309,2 мг/дм³) та органічних речовин (значення ПО становили 10,4 та 12,2 мг O/дм³, а значення БО — 92,6 та 82,0 мг O/дм³) (див. табл. 1).

Структура угруповань. Видове багатство угруповань водоростей, які належать до даної субасоціації, значно нижче, ніж у попередньому синтаксоні. Знайдено лише 31 вид водоростей із чотирьох відділів. Bacillariophyta налічували 13 видів (41,9 % загальної кількості знайдених видів), Chlorophyta — 10 (32,0 %), Euglenophyta — 6 (19,4 %), Cyanoprokaryota — 2 (6,5 %).

Найбільшою кількістю видів представлені класи Bacillariophyceae (13), Chlorophyceae (9) та Euglenophyceae (6) та порядки Sphaeropleales (8), Euglenales (6), Cymbellales (5) і Bacillariales (4).

До складу родин, які включають найбільшу кількість видів, входили Scenedesmaceae (8), Euglenaceae (6), Gomphonemataceae (5) і Bacillariaceae (4), а до складу провідних родів — *Gomphonema* (5) та *Nitzschia* (4). Середня кількість видів в окремих угрупованнях невисока — 14.

Кількісні показники розвитку епіфітних водоростей в угрупованнях даної субасоціації досить високі: середні значення чисельності і біомаси становили відповідно 2,308 млн. кл/г і 1,87 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату.

Як за чисельністю, так і за біомасою переважали діатомові водорості. Їхній внесок у загальну чисельність епіфітону в середньому становив 44,6 %, а в загальну біомасу — 51,3 %. Друге місце займали зелені (29,4 % загальної чисельності епіфітону і 34,7 % його загальної біомаси), третє — евгленофітові (18,7 та 7,8 %), а четверте — синьозелені водорості (7,3 та 6,2 %). До складу домінуючого комплексу входили *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *Planothidium lanceolata*, *Navicula veneta*, *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann, *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kütz. emend. Cox et H.C. Bold.

Екологічні характеристики діагностичних таксонів. Обидва діагностичні види даної субасоціації є індикаторами умов навколишнього середовища. За приуроченістю до місцезростання *Tryblionella hungarica* є бенто-планктонним, а *Stigeoclonium tenue* — бентосним організмом. Обидва види є індикаторами органічного забруднення (α -мезосапробіонтами). *Tryblionella hungarica* є індикатором солоності води і належить до мезогалобів. По відношенню до рН цей вид є алкаліфілом. *Tryblionella hungarica* є також показником трофічного рівня водойм і належить до представників евтрофних вод. По відношенню до типу живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді цей вид водоростей належить до автотрофів, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук у воді (див. табл. 4).

Діагностичні таксони: *Tryblionella hungarica*, *Stigeoclonium tenue*.

Номенклатурний тип: опис 14, табл. 3, ставки Західної балки, ставок Русалка, в обростанні *Phragmites australis*.

Асоціація *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae* ass. nova (описи 1—15, табл. 5).

Екологічні умови. Угруповання водоростей, що належать до даної асоціації, знайдені в двох ставках Середньої балки (Поповича і Срібний Серпанок) та у двох ставках Східної балки (Лазневий і Дзеркальний) із помірним рівнем забруднення. У цих водоймах концентрація амонійного азоту в середньому становила 0,25 мг N/дм³, нітритів — 0,046 мг N/дм³, нітратів — 3,54 мг N/дм³, неорганічного фосфору — 0,019 мг/дм³, хлоридів — 57,9 мг/дм³ і сульфатів — 47,1 мг/дм³. Концентрація органічних речовин у досліджених ставках також була значно нижчою, ніж у вищез-

Таблиця 5

Асоціація *Socoseo placentulae-Naviculatum tripunctatae* ass. nova

Кількість видів	34	22	22	29	22	26	22	14	21	34	25	22	12	19	18	Const
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Номери описів																
Діагностичні таксоми асоціації <i>Socoseo placentulae-Naviculatum tripunctatae</i>																
<i>Socoseis placentula</i> Ehrenb.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll) Bory	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	V
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	4	4		4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	V
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	4	4	3	3	3	3	4		4	4	4	4		3	4	V
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenb.	4	4	4		3	3	3		3	3	3	3		3		IV
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb. var. <i>coronatum</i> (Ehrenb.) W. Sm.	4	4			3	3			2	2	2	2	2	2	2	IV
<i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) Ehrenb.	3	3	3	3	3	3	3		2		2	2	2	2		IV
<i>Melosira varians</i> C. Agardh		4	4	3	3	3			4		4	4		4		III
<i>Cymbella cistula</i> (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn.	4	4	4		3	3	3			3	3	3	3			III
<i>Encyonema caespitosum</i> Kütz.	3	3	3		3	3		3		3	3	3	3			III
<i>Socoseis pediculus</i> Ehrenb.		2		2		2			2		2	2	2		2	III
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2			III
<i>Navicula cryptocephala</i> Ehrenb.		2		2		2	2		2	2	2			2	2	III
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bert.	2	2			2	2			2	2	2			2	2	III
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz) Kütz.			2	2	2		2	2		2		2	2			III

Продовження табл. 5

Кількість видів	34	22	22	29	22	26	22	14	21	34	25	22	12	19	18	Const	
																14	15
Номери описів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
<i>Amphora veneta</i> Kütz.		2	2	2	2		2	2		2	2			2			III
Інші таксономи																	
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli			2			2	2		2		2	2	2		2		III
<i>Acutodesmus pectinatus</i> (Meyen.) P. Tsarenko	2		2			2		2			2	2	2		2		III
<i>Planorhynchium lanceolatum</i> (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht.		2							2	2	2			2			II
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	2	2		2						2	2			2			II
<i>Navicula menisculus</i> Schum.					2	2	2					2	2				II
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.		2	2		2				2			2			2		II
<i>Synedra acus</i> Kütz.	2	2		2						2							II
<i>Acutodesmus dimorphus</i> (Turpin) P. Tsarenko					2		2	2	2			2		2			II
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedus.) P. Tsarenko	2					2	2				2				2		II
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.		2			2		2	2	2		2	2					II
<i>Oedogonium</i> sp. st.	2				2					2	2						II
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Menegh							2		2		2	2		2	2		II
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen				2	2	2	2		2								II
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenb.) Ralfs				2	2	2	2								2		II

Локалізація описів: Ставки Середньої балки (1—7); 1, 2, 3 — 08.2022, Поповича, 4, 5, 6, 7 — 08.2022, Срібний Серпанок. Ставки Східної балки (8—15); 8, 9, 10, 11, 12 — 08.2022, Лазневий, 13, 14, 15 — 08.2022, Дзеркальний. Очерет звичайний *Rhagmites australis* — (1, 2, 4, 6, 10, 11, 12, 14, 15), рогіз широколистяний *Typha latifolia* — (3, 13), лепешняк великий *Glyceria maxima* — (5, 7), лепеха звичайна *Acorus calamus* — 8, 9.

гаданих водоймах — значення ПО в середньому становили 5,2 мг О/дм³, а значення БО — 24,5 мг О/дм³ (див. табл. 1).

Структура угруповань. Видове багатство угруповань водоростей, які належать до даної асоціації, майже у два рази вище порівняно з попередньою асоціацією. Знайдено 88 видів водоростей з чотирьох відділів. Bacillariophyta налічували 52 види (59,0 % загальної кількості знайдених видів), Chlorophyta — 29 (33,0 %), Cyanoprokaryota — 5 (5,7 %) і Charophyta — 2 (2,3 %).

Найбільшою кількістю видів представлені класи Bacillariophyceae (45) та Chlorophyceae (25) і порядки Sphaeropleales (22), Cymbellales (17), Naviculales (10) і Bacillariales (6).

До складу родин, які включають найбільшу кількість видів, входили Scenedesmaceae (11), Gomphonemataceae (8), Cymbellaceae (8), Naviculaeae (8) і Bacillariaceae (6), а до складу провідних родів — *Gomphonema* (8) та *Navicula* (8). Середня кількість видів в окремих угрупованнях досить висока — 23.

Кількісні показники розвитку епіфітних водоростей в угрупованнях даної асоціації вищі порівняно із першою асоціацією: середні значення чисельності і біомаси становили відповідно 3,263 млн. кл/г і 3,48 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату.

Як за чисельністю, так і за біомасою переважали діатомові водорості. Їхній внесок у загальну чисельність епіфітону в середньому становив 60,6 %, а в загальну біомасу — 62,8 %. Друге місце займали зелені (31,9 % загальної чисельності епіфітону і 32,0 % його загальної біомаси), третє — синьозелені водорості (5,4 та 2,3 %), а четверте — харофітові (2,1 та 2,9 %). До складу домінуючого комплексу входили *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Navicula tripunctata* (O.F. Müll.) Bory, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Gomphonema augur* Ehrenb., *Gomphonema acuminatum* Ehrenb. var. *coronatum* (Ehrenb.) W. Sm., *Cymbella cistula* (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn., *Melosira varians* C. Agardh.

Екологічні характеристики діагностичних таксонів. Усі діагностичні таксони даної асоціації є індикаторами умов навколишнього середовища. За приуроченістю до місцезростання переважали бентосні організми (94 %). При цьому внесок планктонно-бентосних водоростей становив лише 6 %. Серед видів — індикаторів рН середовища найбільшою кількістю представлені алкаліфіли (86 %). Частка індиферентних організмів становила 7 % і алкалібіонтів — 7 %. Переважаючою групою серед індикаторів солоності води були індиферентні організми (92 %), тоді як частка галофілів становила 8 %. Серед показників трофічного рівня найбільшим був внесок представників евтрофних (58 %) і значно меншим — мезо-евтрофних (21 %) та оліго-евтрофних вод (21 %). Серед видів — індикаторів органічного забруднення найбільшою кількістю представлені бета-мезо-сапробні організми (69 %). Внесок α -мезосапробіонтів становив 19 %, α -мезо- ρ -сапробіонтів — 6 % та оліго-сапробіонтів — 6 %. По відношенню до типу живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді найбільшою кількістю видів представлені автотрофи, які витримують

підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук у воді (54 %). Друге місце належало автотрофам, які витримують лише низькі концентрації азотовмісних органічних сполук (38 %) і третє — факультативним гетеротрофним організмам, яким необхідне періодичне підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук у воді (8 %) (див. табл. 4).

Діагностичні таксони: *Cocconeis placentula*, *Navicula tripunctata*, *Synedra ulna*, *Gomphonema truncatum*, *G. augur*, *G. acuminatum* var. *coronatum*, *Cymbella lanceolata*, *C. cistula*, *Melosira varians*, *Encyonema caespitosum* Kütz., *Cymbella tumida* (Bréb.) Van Heurck, *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Navicula cryptocephala* Ehrenb., *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bert., *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Amphora veneta* Kütz.

Номенклатурний тип: опис 6, табл. 5, ставки Середньої балки, ставок Срібний Серпанок, в обростанні *Phragmites australis*.

Обговорення результатів досліджень

В результаті проведеного порівняльного аналізу встановлено, що ставки, розташовані у Західній балці, характеризувалися значно вищим ступенем забруднення неорганічними та органічними речовинами порівняно із водоймами Середньої та Східної балок. Так, концентрація амонійного азоту у ставках Західної балки в середньому була вищою у 220 разів, нітритів — у 24,3, нітратів — у 6,4, неорганічного фосфору — у 3,3, хлоридів — у 7,9 і сульфатів — у 5,1 раза. Концентрація органічних речовин також була вищою: значення ПО в середньому були вищими у 1,9 раза, а значення БО — у 2,9 раза (див. табл. 1).

Відповідно і типи угруповань водоростей епіфітону (синтаксони), виділені у водоймах із різним ступенем забруднення, значно відрізнялися між собою за складом, кількістю та екологічними характеристиками діагностичних таксонів (див. табл. 2, 3, 4, 5). Характерною особливістю асоціації *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae*, зареєстрованої у водоймах із високим ступенем забруднення, є те, що вона діагностувалася невеликою кількістю видів — лише чотирма, тоді як асоціація *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae* діагностувалася значно більшою кількістю видів — 16. Тобто у сильно забруднених водоймах з високою частотою траплялася лише незначна кількість видів стійких до забруднення, що підтверджується їхніми екологічними характеристиками. Так, діагностичні таксони асоціації *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae* є представниками евтрофних та гіперевтрофних вод. Відомо [22], що сприятливими для розвитку *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea* та *Planothidium lanceolata* є дуже високі ($s = 5$) концентрації біогенних елементів. Діагностичні таксони асоціації відносяться до α -мезосапробіонтів, α -мезор-сапробіонтів та ρ -сапробіонтів, тобто до показників інтенсивного забруднення води органічними речовинами. По відношенню до типу живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді серед діагностичних таксонів знайдені автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, факультативні гетеротрофні організми, яким необхідне періодичне підвищення концентрації азото-

вмісних органічних сполук, та облігатні гетеротрофи, яким необхідні постійно підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук. Серед діагностичних таксонів асоціації *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae* частка представників евтрофних вод становила 58 %. Також серед них переважали β -мезосапробіонти, тобто показники помірного забруднення води органічними речовинами. По відношенню до типу живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді найбільшою кількістю видів представлені автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук. Зауважимо, що діагностичні таксони другої асоціації часто трапляються в епіфітоні водосховищ Дніпра і озер Києва [32, 33, 35], в той час як діагностичні таксони першої асоціації нетипові для епіфітону цих водойм.

Позитивну достовірну залежність встановлено між частотою трапляння діагностичних таксонів асоціації *Gomphonema parvuli-Nitzschietum paleae* та концентрацією неорганічних сполук азоту і фосфору, хлоридів, сульфатів та органічних речовин (значення коефіцієнта кореляції становили 0,73—0,96, $n = 32$, $p \leq 0,05$) і негативну достовірну залежність — між частотою трапляння діагностичних таксонів другої асоціації *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae* та вище згаданими гідрохімічними показниками (значення коефіцієнта кореляції варіювали від -0,73 до -0,98, $n = 30$, $p \leq 0,05$).

Виділені асоціації відрізнялися за видовим багатством водоростей епіфітону. Так, перша асоціація налічувала 50 видів, а друга майже в два рази більше — 88. Середня кількість видів в окремих угрупованнях першої асоціації становила 15, а в угрупованнях другої асоціації — 23. За реєстровано відмінності і у видовому складі епіфітону — коефіцієнт флористичної подібності Серенсена становив лише 47 %. Більш подібним був видовий склад діатомових (53 %) і менш подібним — зелених водоростей (49 %). За таксономічною структурою асоціації також відрізнялись. Наприклад, евгленофітові водорості реєструвались лише у сильно забруднених ставках Західної балки очевидно завдяки тому, що їхній розвиток значною мірою залежить від концентрації біогенних речовин, особливо амонійного азоту, а також вмісту алохтонних органічних речовин [3]. Крім того вони толерантні до збільшення солоності. В інших водоймах евгленофітові водорості взагалі не зустрічались. В той же час, представники *Charophyta* знайдені лише у ставках із помірним ступенем забруднення.

До складу провідних родів першої асоціації входили *Gomphonema*, *Nitzschia* і *Navicula*, а до складу провідних родів другої асоціації — лише *Gomphonema* та *Navicula*. Значне різноманіття видів роду *Nitzschia* у сильно забруднених ставках пояснюється тим, що багато видів цього роду тяжіють до солонуватоводних та/або забруднених органічними речовинами водойм із високою концентрацією біогенних елементів [41]. Угруповання водоростей епіфітону, що розвивалися у водоймах із різним ступенем забруднення, відрізнялися і за кількісними показниками розвитку водоростей. У сильно забруднених водоймах середні значення чисель-

ності та біомаси епіфітону становили відповідно 2,792 млн. кл/г і 2,10 мг/г, а у помірно забруднених водоймах — 3,263 млн. кл/г і 3,48 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату. До складу домінуючого комплексу виділених асоціацій входили різні види водоростей. У ставках Західної балки домінували *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, *Planothidium lanceolata* та *Navicula veneta*, а у ставках Середньої та Східної балок — *Cocconeis placentula*, *Navicula tripunctata*, *Synedra ulna*, *Gomphonema truncatum*, *G. augur*, *G. acuminatum* var. *coronatum*, *Cymbella cistula* та *Melosira varians*. Зміни в складі домінуючого комплексу епіфітону як відповідь на забруднення спостерігали в малих річках урбанізованих територій [7], а також в озері, що зазнало забруднення нафтою [16]. При цьому на забруднених ділянках усіх досліджених водних об'єктів до складу домінантів входили види родів *Nitzschia* і *Gomphonema*. Зміни у видовому складі діатомових водоростей, включно з домінуючими видами роду *Nitzschia*, були зареєстровані як відповідь і на збільшення солоності води [21].

Висновки

В результаті проведеного порівняльного аналізу встановлено, що ставки, розташовані у Західній балці, характеризувалися значно вищим ступенем комплексного антропогенного забруднення (неорганічними сполуками азоту, фосфору, хлоридами, сульфатами та органічними речовинами) порівняно із водоймами Середньої та Східної балок. Значно відрізнялися між собою і типи угруповань водоростей епіфітону (синтаксоми), виділені у водоймах із різним ступенем забруднення. Встановлено, що угруповання водоростей епіфітону, знайдені у ставках Західної балки, належать до асоціації *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae*, а угруповання фітоепіфітону, зареєстровані у ставках Середньої та Східної балок — до асоціації *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae*. При цьому асоціація *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae* включає дві субасоціації *Nitzschietosum paleae* та *Tryblionelletesum hungaricae*. Угруповання водоростей, що належать до субасоціації *Nitzschietosum paleae* знайдені в усіх ставках Західної балки, тоді як угруповання фітоепіфітону, які відносяться до субасоціації *Tryblionelletesum hungaricae* — лише у двох перших, найбільш забруднених ставках Західної балки.

Синтаксономія асоціацій водоростей епіфітону виділених у водоймах дендропарку «Олександрія» має наступний вигляд:

Ас. *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae* ass. nova

Субас. *Nitzschietosum paleae* subass. nova

Субас. *Tryblionelletesum hungaricae* subass. nova

Ас. *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae* ass. nova

Угруповання водоростей епіфітону, що належать до виділених асоціацій, знайдені у водоймах із різним ступенем забруднення, відрізнялись між собою за складом, кількістю та екологічними характеристиками діагностичних таксонів. Характерною особливістю асоціації, зареєстрованої у водоймах із високим ступенем забруднення, є те, що вона діагностувалася невеликою кількістю видів стійких до забруднення, що підтверджуєть-

ся їхніми екологічними характеристиками. Виділені асоціації відрізнялися за видовим багатством водоростей епіфітону, середньою кількістю видів в окремих угрупованнях, таксономічною структурою та кількісними показниками розвитку водоростей.

Отримані дані щодо угруповань водоростей епіфітону можуть бути використані для синбіоіндикації стану водойм із різним ступенем забруднення та при проведенні екологічного моніторингу.

Список використаної літератури

1. Барінова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. 498 с.
2. Березовська В.Ю. Особливості видового складу водоростей водойм дендропарку «Олександрія». *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2016. № 3—4 (67). С. 14—24.
3. Ветрова З.И. Эвгленофитовые водоросли. Флора водорослей континентальных водоемов Украины. Ч. 2. Киев, Тернополь : Лілея, 2004. 272 с.
4. Водоросли. Справочник. Киев : Наук. думка, 1989. 608 с.
5. Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. Киев : Наук. думка, 1979. 292 с.
6. Клоченко П.Д., Горбунова З.Н., Шевченко Т.Ф., Вітовецька Т.В. Неорганічні та органічні речовини у водоймах дендрологічного парку «Олександрія» (м. Біла Церква). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Періодичний наук. збірник*. 2020. № 1 (56). С. 48—55.
7. Комулайнен С.Ф. Структура фитоперифитона малых рек урбанизированных территорий Карелии и Кольского полуострова. Перифитон и обрастание: теория и практика : Тез. докл. Междунар. научно-практ. конф. (Санкт-Петербург, 23—27 окт. 2008 г.). Санкт-Петербург, 2008. С. 47—49.
8. Крот Ю.Г., Киризія Т.Я., Бабіч Г.Б., Леконцева Т.І. Динаміка гідрохімічного режиму каскаду водойм дендропарку «Олександрія» (м. Біла Церква) при надходженні неорганічних форм азоту з джерельними водами. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2005. №1—2 (25). С. 102—109.
9. Курейшевич А.В., Яровий О.О., Мантурова О.В. Вплив екстремально високих концентрацій неорганічного азоту на продукційні характеристики фітопланктону. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2017. № 3 (70). С. 94—100.
10. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. Київ : Логос, 2006. 408 с.
11. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности: Учебник. Москва : Логос, 2001. 264 с.
12. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. Москва : Наука, 1989. 223 с.
13. Плескач А.Я. Забруднення водойм дендропарку «Олександрія» та його вплив на стан рослинності. *Інтродукція рослин*. 2004. № 2. С. 80—87.
14. Радзимовський Д.О. Замітка про фітопланктон декоративних ставків дендропарку «Олександрія». *Праці Ін-ту гідробіології АН УРСР*. 1962. № 38. С. 111—114.
15. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
16. Стенина А.С. Экологическая структура эпифитных диатомовых водорослей как индикатор нефтяного загрязнения озер тундры бассейна реки Печора. Перифитон континентальных вод: современное состояние изучения и перспективы дальнейших исследований : Междунар. симп. Тюмень, 2003. С. 106—107.
17. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР: учебное пособие. Киев : Вища шк., 1984. 334 с.
18. Фурдичко О.І., Сівак В.К., Солодкий В.Д. Заповідна справа в Україні: Підручник. Чернівці : Зелена Буковина, 2005. 336 с.

19. Barinova S.S., Klochenko P.D., Belous Ye.P. Algae as indicators of the ecological state of water bodies: methods and prospects. *Hydrobiol. J.* 2015. Vol. 51, N 6. P. 3—21.
20. Bešta T., Mareš J., Čapková K. et al. Littoral periphyton dynamics in newly established post-mining lakes. *Aquatic Sciences.* 2023. Vol. 85, Iss. 1. 21 p.
21. Eloranta P., Soininen J. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. *J. Appl. Phycol.* 2002. Vol. 14, N 1. P. 1—7.
22. Kelly M.G., Adams C., Graves A.C. et al. The trophic Diatom Index: User's Manual. Revised edition. Environment Agency Technical Report E2/TR2. 2001. 135 p.
23. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Lilitskaya G.G. et al. Phytoplankton of water bodies differing in the degree of anthropogenic contamination. *Hydrobiol. J.* 2020. Vol. 56, N 3. P. 13—29.
24. Klochenko P. D., Shevchenko T. F., Nezbyrskaya I.N. et al. Phytoplankton production and decomposition characteristics in water bodies differing in the degree of their contamination by inorganic compounds of nitrogen and phosphorus. *Ibid.* 2019. Vol. 55, N 3. P. 31—47.
25. Mucina, L., H. Bültmann, K. Dierben et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science.* 2016. Vol. 19, Suppl. 1. P. 3—264.
26. Oksiyuk O.P., Davydov O.A. Sanitary hydrobiology in present. Main provisions, methodology tasks. *Hydrobiol. J.* 2013. Vol. 49, N 2. P. 45—56.
27. Oksiyuk O.P., Davydov O.A., Karpezo Yu.I. Microphytobenthos as bioindicator of the state of aquatic ecosystems. *Ibid.* 2011. Vol. 47, N 1. P. 72—85.
28. Romanenko V.D., Krot Yu.G., Lekontseva T.I., Podrugina A.B. Peculiarities of phyto- and zooplankton structural organization at an extremely high content of inorganic compounds of nitrogen in the water. *Ibid.* 2017. Vol. 53, N 5. P. 3—14.
29. Shcherbak V.I., Kravtsova O.V., Linchuk M.I. Assessment of the influence of high concentrations of nitrogen compounds on phytoplankton diversity in the ponds of the Oleksandriya Natural Park (the town of Bila Tserkva, Ukraine). *Ibid.* 2018. Vol. 54, N 1. P. 19—32.
30. Shevchenko T.F. Cenological analysis of phytoepiphyton of green filamentous algae of the reservoirs of the Dnieper cascade. *Ibid.* 2011. Vol. 47, N 6. P. 3—14.
31. Shevchenko T.F. Thermophilous communities of periphyton algae in the cooling ponds of thermal and nuclear power stations of Ukraine. *Ibid.* 2012. Vol. 48, N 5. P. 31—45.
32. Shevchenko T.F., Kharchenko G. V., Klochenko P.D. Cenological analysis of phytoepiphyton of water bodies of Kiev. *Ibid.* 2010. Vol. 46, N 1. P. 41—55.
33. Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Batog S.V. Cenological analysis of phytoepiphyton of the cascade plain Kanev Reservoir (Ukraine). *Ibid.* 2020. Vol. 56, N 6. P. 42—61.
34. Shevchenko T. F., Klochenko P.D., Bilous O.P. Response of epiphytic algae to heavy pollution of water bodies. *Water Environ. Res.* 2018. Vol. 90, N 8. P. 706—718.
35. Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Kharchenko G.V., Gorbunova Z.N. Phytoepiphyton of megalopolis lakes under conditions of anthropogenic influence. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 4. P. 48—63.
36. Shevchenko T., Klochenko P., Nezbyrskaya I. Response of phytoplankton to heavy pollution of water bodies. *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2020. Vol. 49, N 3. P. 267—280.
37. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta. (Vol. 1). Ruggell: Gantner Verlag, 2006. 713 p.
38. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Bacillariophyta. (Vol. 2). Ruggell: Gantner Verlag, 2009. 413 p.
39. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Chlorophyta. (Vol. 3). Ruggell: Gantner Verlag, 2011. 511 p.

40. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Charophyta. (Vol. 4). Ruggell: Gantner Verlag, 2014. 703 p.

41. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 1994. Vol. 28. P. 117—133.

42. Weber H.E., Moravec J.G., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3-d edition. *J. Vegetation Science.* 2000. Vol. 11. P. 739—768.

Надійшла 19.01.2023

T.F. Shevchenko, PhD (Biol.), Senior researcher, Senior researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyra Ivasyuka prosp. 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net
ORCID 0000-0002-6436-4968

P.D. Klochenko, Doctor of Biology, Prof., Head of Department,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyra Ivasyuka prosp. 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: pklochenko@ukr.net
ORCID 0000-0003-4886-6746

G.V. Kharchenko, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyra Ivasyuka prosp. 12, Kyiv, 04210, Ukraine

Z.N. Gorbunova, Junior researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyra Ivasyuka prosp. 12, Kyiv, 04210, Ukraine

STRUCTURE OF THE COMMUNITIES OF EPIPHYTON ALGAE IN WATER BODIES DIFFERING IN THE LEVEL OF CONTAMINATION

The structure of the communities of epiphyton algae was studied in the water bodies of the «Oleksandriya» State Dendrological Park (Ukraine). It has been found that the ponds located in the Western ravine were characterized by an essentially higher level of complex anthropogenic contamination (by inorganic compounds of nitrogen and phosphorus, chloride, sulfate, and organic substances) compared to the water bodies of the Middle and Eastern ravines. Respectively, the types of the communities of epiphyton algae (syntaxa) distinguished in the water bodies differing in the level of contamination also differed in the composition, number, and ecological characteristics of diagnostic taxa, in the species richness of epiphyton algae on the whole, in the average number of species in individual communities, in the taxonomic structure, in the quantitative indices of algae development, and in the complex of dominant species. It has been found that the communities of epiphyton algae registered in the ponds of the Western ravine belong to the association *Gomphonemo parvuli-Nitzschietum paleae*, whereas the communities of phytoepiphyton occurring in the Middle and Eastern ravines — to the association *Cocconeo placentulae-Naviculetum tripunctatae*. The obtained data on the communities of epiphyton algae can be used for synbioindication of the state of water bodies differing in the level of contamination in performing ecological monitoring.

Keywords: *epiphyton algae, communities, the Braun-Blanquet method, water chemical composition, ponds, the «Oleksandriya» dendrological park.*