

ЕКОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І БІОХІМІЯ ВОДНИХ РОСЛИН

УДК 574.583 (28) + 581.526.325

Т.Ф. ШЕВЧЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net

П.Д. КЛОЧЕНКО, д. б. н., проф., завідувач відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

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

З.Н. ГОРБУНОВА, мол. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

ФІТОЕПІФІТОН ОЗЕР МЕГАПОЛІСУ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Видовий склад і кількісні показники фітоепіфітону вивчали у 16 озерах м. Києва, які відрізняються за гідрологічними умовами, гідрохімічними показниками і рівнем забруднення нафтопродуктами. Встановлено, що в обстежених озерах видовий склад, видове багатство, чисельність і біомаса фітоепіфітону змінювались в широких межах. В той же час проведений ценологічний аналіз показав, що усі угруповання водоростей епіфітону, які знайдено в обстежених водоймах, належать до однієї групи — *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum* і двох підгруп: *Gomphonema truncatum* і *Erithemia adnata*. Перша підгрупа включає угруповання водоростей, знайдені в системі озер Опечень, що характеризуються більшою рухливістю води, а друга — угруповання водоростей, які розвиваються в усіх інших озерах з меншою рухливістю водних мас. До реакцій-відповідей водоростей епіфітону на зміну хімічного складу води можна віднести збільшення кількості видів, чисельності і біомаси зі зростанням концентрації біогенних речовин і зменшення кількісних показників фітоепіфітону зі збільшенням концентрації хлоридів і органічних речовин. Виявлено відмінності в реакції водоростей із різних відділів на забруднення води нафтопродуктами. *Vacillariophyta* виявилися більш чутливими до впливу цього чинника порівняно з *Chlorophyta*.

Ключові слова: фітоепіфітон, гідрологічні умови, неорганічні та органічні речовини, ценологічний аналіз, метод Браун-Бланке, озера Києва.

Одним із найважливіших практичних завдань гідроекології є оцінка стану водних екосистем та виявлення змін в угрупованнях гідробіонтів за

Ц и т у в а н н я: Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д., Харченко Г.В., Горбунова З.Н. Фітоепіфітон озер мегаполісу в умовах антропогенного впливу. *Гідробіол. журн.* 2021. Т. 57. № 2. С. 53—69.

дії зовнішніх чинників, зокрема таких як евтрофування та забруднення водойм. Загальновідомо, що надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти призводить до змін видового складу гідробіонтів, структури їхніх угруповань, рівнів кількісного розвитку, екологічних та функціональних характеристик тощо [16, 24, 29, 30, 37]. Найвиразніше вплив вищезгаданих чинників проявляється у малих водоймах урбанізованих територій. Варто також зазначити, що причиною їхнього незадовільного стану може бути не тільки надходження забруднювальних речовин, але й порушення природного гідрологічного режиму (послаблення зовнішнього водообміну, зміна внутрішньої динаміки водних мас та їхніх гідрофізичних характеристик). Слід зауважити, що з посиленням антропогенного навантаження виникають складні і мало вивчені проблеми стосовно стану водних екосистем. У цьому аспекті особливої уваги потребують водні об'єкти, розташовані в межах великих міст. Прикладом можуть бути водойми мегаполісів, до яких належить і м. Київ із значною мережею різноманітних ставків та озер [7]. Незаперечним є той факт, що водні об'єкти, які знаходяться у місті, зазнають надмірного антропогенного впливу. Поверхнево-схилний стік з території міської забудови, автошляхів, залізниць, станцій технічного обслуговування, автозаправних станцій, автостоянок, надходження вод дощової каналізації, а також скид технічних вод підприємств спричиняють потрапляння у міські водойми різноманітних хімічних речовин, зокрема нафтопродуктів, хлоридів, неорганічних сполук азоту і фосфору тощо. Згідно літературних даних [6], нафта і нафтопродукти належать до пріоритетних забруднювальних речовин. Наявність цих поллютантів у водному середовищі може спричинити суттєвий негативний вплив на функціонування мікробіодоростей [5]. Варто також зазначити, що хоча хлориди і є одним із основних компонентів сольового складу води, проте їхній підвищений вміст може свідчити про забруднення природних водних об'єктів стічними водами (господарсько-побутовими або промисловими). За цих умов у клітинах водоростей можуть відбуватися зміни у співвідношенні пігментів [8].

Слід також зауважити, що незважаючи на те, що сполуки азоту і фосфору в значній мірі визначають умови існування водних рослин, їхній надлишок у воді може бути ознакою несприятливої ситуації у водних об'єктах. А враховуючи те, що у різних груп водоростей наявні відмінності у метаболізмі азоту [20], збагачення води сполуками цього елемента може призвести до інтенсифікації розвитку їхніх окремих видів.

Отже, з огляду на те, що вищезгадані хімічні сполуки можуть спричинити зміни у перебігу фізіолого-біохімічних процесів у клітинах водоростей, слід очікувати і структурних перебудов в їхніх угрупованнях. Виявлення реакцій водоростей, зокрема змін їхньої таксономічної та екологічної структури, а також рясності розвитку у водоймах урбанізованих територій дасть змогу розробити і своєчасно вжити дієві заходи по запобіганню деградації водних екосистем.

Невід'ємною складовою водних екосистем є водорості, що розвиваються на вищих водних рослинах. Оскільки ці організми ведуть прикріплен-

ний спосіб життя, саме структура їхніх угруповань адекватно віддзеркалює стан середовища в умовах сумісної дії природних і антропогенних чинників на водні об'єкти [21, 22, 25, 26].

Мета роботи полягала у вивченні структури угруповань водоростей епіфітону в озерах м. Києва, які відрізняються за хімічним складом води, рівнем забруднення нафтопродуктами та гідрологічними умовами, а також у виявленні чинників, що її обумовлюють.

Матеріал і методика досліджень

Особливістю території м. Києва є висока зволоженість. В межах його території знаходиться понад 400 різнотипних водних об'єктів [1]. Здебільшого це озера та ставки (понад 200), які відрізняються за своїм походженням [7]. В результаті систематизації міських водних об'єктів виділено дві групи — гідрогенні та штучні водойми [3]. До першої групи належать ті, що виникли під впливом природних процесів. Переважна більшість із них належать до заплави Дніпра і зазнала різного ступеня антропогенного втручання. Інша частина гідрогенних водойм — це так звані «стариці». Деяка частина з них і нині зберегла проточність, інколи вони з'єднані між собою струмками або водопропускними трубами. Їхнім прикладом є система озер Опечень, які утворились на місці русла колишньої річки Почайни.

Із обстежених нами водойм до гідрогенної групи належить більшість заплавних озер, а саме: Вирлиця (площа 98,0 га), Підбірна (19,8 га), Райдужне (16,2 га), Вербне (16,4 га), Сонячне (13,8 га), Тельбін (12,4 га) і Центральне (2,6 га), а також озера Редьчине (28,0 га), Синє (2,8 га) та Голубе (0,7 га) [7, 19]. Підгрупа «стариці» представлена такими озерами, як Мінське (8,2 га), Лугове (12,0 га), Богатирське (8,4 га), Кирилівське (20,5 га) та Йорданське (16,0 га) [17]. До групи штучних водойм належить оз. Алмазне (141,0 га) [7].

Визначальними чинниками у формуванні циркуляції вод у водоймах Києва є вітрові та стокові течії. Швидкість течії в усіх водоймах за середньої швидкості вітру варіює в межах від 1,7 до 2,7 см/с. Суто вітрові течії у ставках і водоймах підгрупи «стариці» спостерігаються дуже рідко, оскільки на них накладаються стокові течії. За сумісної дії стокових і вітрових течій у цих водоймах суттєво посилюється внутрішній водообмін. Швидкості течій зростають у 5 разів, а їхні потужності — у 1,5 раза [3].

Важливою складовою водних екосистем є вищі водні рослини. Згідно літературних даних [19], у рослинному покриві озер м. Києва знайдено 38 видів вищих водних рослин. Спільними для всіх досліджених водойм були лише очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) та кушир занурений (*Ceratophyllum demersum* L.) — види, які є стійкими до посиленого антропогенного впливу. Площа заростання водного дзеркала вищими водними рослинами у більшості випадків коливалася в межах 5—30 %.

Проби фітоепіфітону відбирали з куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum* L.), водопериці колосистої (*Myriophyllum spicatum* L.) і рдесника пронизанолістого (*Potamogeton perfoliatus* L.), використовуючи загальноприйняті у практиці гідробіологічних досліджень методи [15]. Частину проб продивлялись у живому стані, а інші (об'ємом 50 см³) фіксували 40 %-вим 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 (N) та біомасу (B) 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 об'єм таксонів водоростей наведені відповідно до класифікаційних систем [32—35]. Екологічні характеристики водоростей-індикаторів наведені згідно [2, 36].

Видовий склад водоростей, знайдених у різних водоймах, порівнювали з використанням коефіцієнта флористичної спільності (КФС) Серенсена [9].

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: $C = n/N \cdot q \cdot 100$ %, 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 [10, 11]. Всього в основу роботи покладено 35 описів.

Концентрацію неорганічних сполук азоту і фосфору визначали колориметричним методом, хлоридів — методом Мора, а розчинених органічних речовин — за біхроматною окиснюваністю [13]. Дані щодо вмісту у воді нафтопродуктів наведено у роботі [18].

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

Результати досліджень

Характеристика досліджених озер за гідрохімічними показниками. Відомо, що формування хімічного складу поверхневих вод відбувається в результаті випадіння атмосферних опадів і перебігу складних хімічних процесів у ґрунтах водозбірної території, а також внаслідок внутрішньоводоймної трансформації речовин. Істотний внесок у формування хімічного складу води можуть вносити різноманітні антропогенні джерела.

Сполукам азоту і фосфору належить провідна роль у життєдіяльності біоти водойм. Серед неорганічних форм азоту найбільше значення у

прісноводних екосистемах мають іони амонію і нітрат-іони, у меншій мірі — нітрит-іони. Як свідчать отримані дані, влітку концентрація нітритного азоту була практично на рівні «слідів», незалежно від місця відбору проб води (табл. 1). Те ж саме стосується і амонійного азоту. Лише в оз. Голубому його вміст досягав 0,19 мг N/дм³. Кількість нітратного азоту у воді досліджених озер у більшості випадків знаходилась на межі аналітичного нуля. Помітною його концентрація була лише в озерах Луговому (0,21 мг N/дм³), Редьчиному (0,16 мг N/дм³), Підбірна (0,14 мг N/дм³), Синьому (0,11 мг N/дм³) та Мінському (0,10 мг N/дм³). В цілому, загальна кількість неорганічних сполук азоту у воді досліджених озер була досить низькою, що очевидно пов'язано з їхнім активним засвоєнням в літній період водними рослинами — водоростями та макрофітами. Максимальна концентрація неорганічних сполук азоту (0,265 мг N/дм³) зареєстрована в оз. Луговому (див. табл. 1).

Найбільшою концентрацією неорганічного фосфору у воді характеризувались озера Підбірна (0,154 мг/дм³) та Алмазне (0,127 мг/дм³), тоді як в інших досліджених водоймах вона знаходилась в межах 0,010—0,066 мг/дм³ (див. табл. 1).

Одним із важливих показників якості природної води є вміст хлорид-іонів. Основними джерелами надходження хлоридів у водні об'єкти є солевмісні відклади, породи, до складу яких входять хлорвмісні мінерали та засолені ґрунти, з яких вони вимиваються атмосферними опадами. Значна кількість хлоридів надходить у воду також із промисловими та господарськими стічними водами [4].

Підвищену кількість хлорид-іонів реєстрували переважно в системі озер Опечень, а також в деяких озерах лівобережжя, таких як Сонячне, Райдужне, Тельбін і Вирлиця (див. табл. 1). В інших досліджених водоймах концентрація хлоридів коливалась від 18,2 до 66,9 мг/дм³.

Розчинені органічні речовини також відіграють важливу роль. Ці сполуки в поверхневих водах досить швидко розкладаються мікроорганізмами [14]. Проте, в результаті антропогенного впливу на навколишнє середовище склад та кількість органічних речовин природних вод різко змінюються. Досить поширеним показником стану природних вод є їхній загальний вміст, який оцінюється величиною біхроматної окиснюваності (БО). Найвищі її значення відмічені в системі озер Опечень, а також в озерах Сонячному і Райдужному (див. табл. 1). Мінімальні значення БО зареєстровані в озерах Голубому (17,8 мг O/дм³) та Алмазному (20,8 мг O/дм³).

До розповсюджених забруднювальних речовин належать нафтопродукти, які надходять у водойми переважно з антропогенним стоком. Вміст цих полутантів у водоймах Києва, як правило, не перевищував ГДК для рибогосподарських водойм (0,05 мг/дм³). Виключення становили лише декілька водойм, що входять до системи озер Опечень, де цей показник був перевищений у 1,1—1,9 рази [18].

Співставлення отриманих даних з екологічними нормативами якості поверхневих вод України [12] дозволило зробити певні висновки щодо

ISSN 0375-8990. Гідробіологічний журнал. 2021. 57(2) **57**

ступеня забрудненості досліджуваних водойм м. Києва вищезазначеними хімічними сполуками. Так, зокрема, вода озер Мінського, Лугового, Богатирського, Кирилівського та Йорданського (система озер Опечень), а також Вербного, Райдужного, Тельбін, Сонячного і Вирлиці належить до класу «забруднені» за такими показниками, як хлориди та БО. Підвищений вміст нафтопродуктів в озерах Мінському, Луговому і Богатирському також характеризує їхню воду як «забруднену». На відміну від неорганічних сполук азоту, кількість яких в озерах м. Києва у досліджуваний період дозволяє віднести їхню воду до класу «чиста», за вмістом неорганічного фосфору вода деяких водойм (озера Редьчине, Алмазне, Тельбін, Вирлиця і Підбірна) може бути охарактеризована як «забруднена». Варто зазначити, що забруднення призводить не тільки до істотних змін хімічних властивостей води, але й відображається на стані гідробіонтів, що в подальшому веде до деградації водних екосистем.

Характеристика фітоепіфітону досліджених озер. Обстежені озера значно відрізнялися за видовим багатством водоростей епіфітону — кількість знайдених видів коливалась від 10 (в оз. Кирилівському) до 32 (в

Таблиця 1

Гідрохімічні показники озер м. Києва

Озера	NH_4^+ , мг N/дм ³	NO_2^- , мг N/дм ³	NO_3^- , мг N/дм ³	$\text{N}_{\text{неорг.}}$ мг/дм ³	$\text{P}_{\text{неорг.}}$ мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	БО, мг О/дм ³
Правобережні озера							
Редьчине	0,01	0,003	0,16	0,173	0,066	43,8	25,6
Мінське	0,01	0,002	0,10	0,112	0,032	105,9	42,4
Лугове	0,05	0,005	0,21	0,265	0,032	94,2	38,4
Богатирське	0,02	0,002	0,01	0,032	0,016	98,4	39,5
Кирилівське	0,02	0,003	0,01	0,033	0,010	115,2	46,0
Йорданське	0,04	0,005	0,01	0,055	0,016	121,8	34,8
Вербне	0,03	0,004	0,04	0,074	0,016	120,5	33,6
Центральне	0,01	0,003	0,01	0,023	0,032	58,1	24,0
Сине	0,06	0,001	0,11	0,171	0,016	25,7	25,0
Голубе	0,19	0,002	0,01	0,202	0,010	66,9	17,6
Лівобережні озера							
Алмазне	0,01	0,001	0,01	0,021	0,127	18,2	20,8
Райдужне	0,04	0,003	0,01	0,053	0,044	99,7	32,8
Тельбін	0,05	0,003	0,01	0,063	0,053	92,2	27,2
Сонячне	0,03	0,004	0,01	0,044	0,016	122,7	36,8
Вирлиця	0,07	0,003	0,01	0,083	0,063	87,7	28,8
Підбірна	0,07	0,002	0,14	0,212	0,154	31,3	24,5

оз. Підбірна) (табл. 2). Те ж стосується і видового складу водоростей — коефіцієнт флористичної спільності Серенсена в середньому становив 44 %.

Таксономічна структура епіфітону в досліджених водоймах характеризувалась певними відмінностями. У більшості озер переважали Bacillariophyta — 7—16 видів (46,9—94,1 %). При цьому друге місце займали Chlorophyta — 3—12 видів (15,0—42,1 %). Тільки у чотирьох водоймах перше місце за кількістю видів займали зелені водорості (42,1—50,0 %), а друге — діатомові (33,3—37,9 %). Водорості з інших відділів знайдені не в усіх водоймах — 1—4 види (3,1—15,8 %) (див. табл. 2).

Кількісні показники розвитку фітоепіфітону змінювались в широких межах, відрізняючись на декілька порядків. Чисельність водоростей епіфітону коливалась від 0,598 млн. кл/г (в оз. Мінському) до 38,799 млн. кл/г (в оз. Підбірна). За кількістю клітин переважали як діатомові (58,1—99,3 %), так і зелені (49,6—90,7 %) водорості. Біомаса фітоепіфітону також значно змінювалась — від 0,56 мг/г (в оз. Мінському) до 83,88 мг/г (в оз. Підбірна). Домінували за біомасою переважно діатомові водорості (47,4—99,8 %).

До складу домінуючого комплексу входили представники діатомових (13 видів) і зелених (8 видів) водоростей. Найчастіше домінували *Cocconeis placentula* Ehrenb. (56 %) і *Coelastrum sphaericum* Nägeli (38 %). Частота домінування *Acutodesmus pectinatus* (Meyen) Tsarenko (19 %), *Acutodesmus dimorphus* (Turp.) Tsarenko (19 %) і *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew. (19 %) була дещо нижчою. *Synedra acus* Kütz. (13 %), *Gomphonema truncatum* Ehrenb. (13 %) і *Navicula menisculus* Schum. (13 %) домінували у двох водоймах. Інші види (*Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Encyonema caspitiosum* Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz., *Navicula tripunctata* (O.F. Müll.) Bory, *Navicula cryptocephala* (Kütz.) Rabenh., *Melosira varians* C. Agardh, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Scenedesmus ellipticus* Corda, *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh. і *Westella botryoides* (W. West) De-Wild.) домінували лише в одному із обстежених озер.

Розмірна структура фітоепіфітону у порівнюваних водоймах відрізнялась. Співвідношення між середньою біомасою та середньою чисельністю фітоепіфітону варіювало у межах від 0,4 (в оз. Луговому) до 2,9 (в оз. Центральному) (див. табл. 2).

В той же час проведений ценологічний аналіз, який ґрунтується на аналізі частоти трапляння видів, засвідчив, що всі угруповання водоростей епіфітону, знайдені в обстежених водоймах, належать до однієї групи — *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum* і двох підгруп: *Gomphonema truncatum* і *Epithemia adnata* (табл. 3). Нижче наводиться їхня характеристика.

Група *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum* (див. табл. 3).
Екологічні умови. Угруповання водоростей епіфітону, що належать до зазначеної групи, знайдені в усіх обстежених озерах, які характеризуються значним різноманіттям гідрологічних і гідрохімічних умов.

Таблиця 2

Основні характеристики фітоепіфітону озер м. Києва

Характеристики	Озера															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Видове багатство	17	19	15	19	10	20	19	20	18	29	14	28	19	14	26	32
Таксономічна структура на рівні відділів:																
Vaccillariophyta, %	94,1	36,8	53,3	36,8	70,0	55,0	52,6	80,0	33,3	37,9	71,4	57,1	47,4	50,0	61,5	46,9
Chlorophyta, %	—	42,1	40,0	42,1	30,0	30,0	26,3	15,0	50,0	48,3	21,4	28,6	42,1	35,7	23,1	37,5
Чисельність, млн. кл/г	4,609	0,598	13,833	2,464	4,385	1,484	4,023	5,322	2,912	22,672	20,943	14,544	3,944	0,837	4,135	38,799
Структура чисельності:																
Vaccillariophyta, %	99,3	14,5	15,4	29,0	89,7	58,1	67,0	96,1	6,9	6,5	59,2	60,4	38,5	48,8	71,5	43,5
Chlorophyta, %	—	82,2	84,5	64,5	10,3	39,7	28,2	3,2	89,6	90,7	40,5	30,8	59,7	49,6	23,4	55,3
Біомаса, мг/г	11,07	0,56	6,05	2,26	8,94	2,39	10,45	15,17	2,13	17,21	20,39	41,07	4,28	0,93	6,88	83,88
Структура біомаси:																
Vaccillariophyta, %	99,8	28,6	33,1	53,5	96,5	74,9	72,4	99,1	28,6	16,6	63,3	56,6	47,4	68,8	59,7	80,9
Chlorophyta, %	—	50,0	66,6	38,1	3,5	13,4	9,4	0,4	46,0	43,7	36,2	23,7	24,8	29,0	6,7	12,9
Розмірна структура (B/N)	2,4	0,9	0,4	0,9	2,0	1,6	2,6	2,9	0,7	0,8	1,0	2,8	1,1	1,1	1,7	2,2

Примітка. 1 — Редьчине; 2 — Мінське; 3 — Лугове; 4 — Богалирське; 5 — Кирилівське; 6 — Йорданське; 7 — Вербне; 8 — Центральне; 9 — Синє; 10 — Голубє; 11 — Алмазне; 12 — Райдужне; 13 — Тельбін; 14 — Сонячне; 15 — Вирлиця; 16 — Підбірна. «—» — не знайдено.

Структура угруповань. Видове багатство угруповань водоростей епіфітону, які належать до даної групи, досить високе. Знайдено 70 видів водоростей із шести відділів. Основу їхнього видового багатства склали Bacillariophyta (44,9 % загальної кількості видів) і Chlorophyta (40,7%).

Таблиця 3

Оглядова таблиця синтаксонів групи *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum*

Синтаксони	1	2
Кількість описів	15	20
Діагностичні таксони групи <i>Cocconeis placentula</i> + <i>Gomphonema truncatum</i>		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	V ⁵	V ⁵
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenb.	V ²	V ⁴
<i>Encyonema caespitosum</i> Kütz.	V ²	V ⁴
<i>Synedra acus</i> Kütz.	V ⁴	IV ⁴
<i>Desmodesmus communis</i> (E. Hegew.) E. Hegew.	V ⁴	V ⁵
<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	V ⁵	IV ⁴
<i>Navicula menisculus</i> Schum.	IV ⁴	IV ⁴
<i>Acutodesmus pectinatus</i> (Meyen) Tsarenko	IV ⁵	V ⁴
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenb.	III ²	IV ⁴
<i>Navicula cryptocephala</i> (Kütz.) Rabenh.	III ²	IV ⁴
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	III ⁴	III ²
<i>Cosmarium botrytis</i> Menegh. ex Ralfs	III ²	IV ²
<i>Cosmarium venustum</i> (B. Eichler et Gutwinski) West et G.S. West	III ²	III ²
<i>Amphora veneta</i> Kütz.	II ²	III ²
<i>Cosmarium granatum</i> Bréb. ex Ralfs	II ²	III ²
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Sm.) Komárk.-Legn.	II ²	III ²
Діагностичні таксони підгрупи <i>Epithemia adnata</i>		
<i>Epithemia adnata</i> (Kütz.) Bréb.	—	V ⁵
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	II ¹	V ²
<i>Cymbella cistula</i> (Hemp.) Grun.	II ¹	V ³
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) van Heurck	I ¹	IV ²
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	I ¹	IV ³
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	—	IV ⁵
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenb.) O. Müll.	—	IV ³
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirch.	I ²	III ²

П р и м і т к а. 1 — група *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum*; 2 — підгрупа *Epithemia adnata*. Римськими цифрами позначені класи постійності. Надрядкові індекси вказують максимальний бал рясності виду. «—» — вид не знайдено.

Внесок Charophyta був значно нижчим — 8,7 %, а частка інших відділів водоростей, включно з Cyanoprokaryota, Euglenophyta і Dinophyta, становила лише 5,7 %. Середня кількість видів в окремих угрупованнях — 20.

Діагностичні таксони: *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Encyonema caespitosum* Kütz., *Synedra acus* Kütz., *Coelastrium sphaericum* Nägeli, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew., *Navicula menisculus* Schum., *Acutodesmus pectinatus* (Meyen) Tsar., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Navicula cryptocephala* (Kütz.) Rabenh., *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Cosmarium botrytis* Menegh. ex Ralfs, *Cosmarium venustum* (B. Eichler et Gutwinski) West et G.S. West, *Amphora veneta* Kütz., *Cosmarium granatum* Bréb. ex Ralfs і *Monoraphidium irregulare* (G.M. Sm.) Komárk.-Legn.

Підгрупа *Gomphonema truncatum* (див. табл. 3). **Екологічні умови.** Угруповання водоростей епіфітону, які належать до зазначеної підгрупи, знайдені в гідрогенних водоймах правобережної частини м. Києва (в системі озер Опечень, включаючи озера Мінське, Лугове, Богатирське, Кирилівське та Йорданське), що належать до так званої підгрупи «стариці». Ці озера утворились на місці колишньої р. Почайни. Визначальними чинниками внутрішньої динаміки водних мас у цих водоймах є не тільки вітрові, але й стокові течії. За їхнього сумісного впливу швидкість течії у цих водоймах зростає у 5 разів, а її потужність — у 1,5 раза [3].

Угруповання водоростей епіфітону зазначеної підгрупи представлені 41 видом із шести відділів. Основу їхнього видового багатства становили Bacillariophyta (44,0 % загальної кількості видів) і Chlorophyta (39,0 %). Внесок Charophyta був значно нижчим — 9,8 %, а частка інших відділів водоростей, включно з Cyanoprokaryota, Euglenophyta і Dinophyta, становила лише 7,2 %. Середня кількість видів в окремих угрупованнях — 17.

Кількісні показники розвитку водоростей епіфітону в угрупованнях даної підгрупи досить низькі: середні значення чисельності і біомаси становили відповідно 4,553 млн. кл/г і 4,04 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату.

За чисельністю і біомасою переважали як зелені, так і діатомові водорості. Їхній внесок у загальну чисельність епіфітону в середньому становив відповідно 56,2 та 41,3 %, а у загальну біомасу — відповідно 34,3 та 57,3 %.

Екологічні характеристики діагностичних таксонів. Усі діагностичні таксони даної підгрупи є індикаторами умов навколишнього середовища. За приуроченістю до місцезростання переважали планктонно-бентосні організми (56 %). При цьому внесок бентосних водоростей становив 44 %. Серед індикаторів текучості води та її насичення киснем знайдені лише представники повільно текучих вод (100 %). Серед видів — індикаторів рН середовища найбільшою кількістю представлені алкаліфіли (64 %). Частка індиферентів становила 27 %, а алкалібіонтів — 9 %. Переважаючою групою серед індикаторів солоності води були індиференти (82 %). Частка галофілів становила лише 18 %. Серед показників трофічного рівня найбільшим був внесок представників евтрофічних

(50 %) і меншим — мезо-евтрофних (38 %) вод. Серед видів — індикаторів органічного забруднення найбільшою кількістю представлені бета-мезосапробні організми (67 %). Внесок α -мезосапробіонтів становив 33 %. По відношенню до типу живлення та концентрації азотовмісних органічних сполук у воді найбільшою кількістю видів представлені автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук (83 %). Друге місце належало автотрофам, які витримують лише низькі концентрації азотовмісних органічних сполук (17 %).

Діагностичні таксони підгрупи *Gomphonema truncatum* = діагностичні таксони групи *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum*.

Підгрупа *Epithemia adnata* (див. табл. 3). *Екологічні умови*. Угруповання водоростей епіфітону, які належать до зазначеної підгрупи, знайдені у гідрогенних водоймах правобережної (озера Редьчине, Вербне, Центральне, Синє і Голубе) і лівобережної (озера Райдужне, Тельбін, Сонячне, Вирлиця і Підбірна) частин м. Києва, а також у штучному оз. Алмазному. Визначальними чинниками внутрішньої динаміки водних мас у цих водоймах є переважно вітрові течії. При середній швидкості вітру швидкість течії у цих водоймах складає 1,7—2,7 см/с [3].

Угруповання водоростей епіфітону даної підгрупи представлені 65 видами із п'яти відділів. Основу їхнього видового багатства склали *Vaccillariophyta* (47,7 % загальної кількості видів) і *Chlorophyta* (38,5 %). Внесок *Charophyta* був значно нижчим — 9,2 %, а частка інших відділів водоростей, включно з *Euglenophyta* і *Dinophyta*, становила лише 4,6 %. Середня кількість видів в окремих угрупованнях — 22.

Кількісні показники розвитку водоростей епіфітону в угрупованнях даної підгрупи на порядок вищі, ніж у попередній підгрупі: середні значення чисельності і біомаси становили відповідно 11,158 млн. кл/г і 19,41 мг/г повітряно-сухої маси рослини-субстрату.

За чисельністю переважали як діатомові, так і зелені водорості. Їхній внесок у загальну чисельність епіфітону в середньому становив відповідно 54,3 та 42,8 %. За біомасою переважали діатомові водорості. Їхній внесок у загальну біомасу епіфітону в середньому становив 63,0 %, а внесок зелених водоростей — 21,2 %.

Екологічні характеристики діагностичних таксонів. Усі діагностичні таксони даної підгрупи є індикаторами умов навколишнього середовища. Лише бентосні організми знайдені серед індикаторів умов місцезростання (100 %). Представники повільно текучих (60 %) та стоячих (40 %) вод знайдені серед видів — індикаторів текучості води та її насичення киснем. Алкаліфіли (38 %), алкалібійонти (38 %) та індіференти (24 %) знайдені серед видів — індикаторів рН середовища. Індикатори солоності води представлені лише індіферентами (100 %). Серед показників трофічного рівня найбільшим був внесок представників евтрофних (50 %) і мезо-евтрофних (38 %) вод. Частка індикаторів оліго-евтрофних вод становила 12 %. Серед індикаторів органічного забруднення найбільшою кількістю видів представлені бета-мезосапробні організми (75 %). Внесок олігосапробіонтів становив 25 %. За відношенням до типу

живлення та кількості азотовмісних органічних сполук у воді переважали автотрофи, які витримують лише низькі концентрації азотовмісних органічних сполук (78 %). Частка автотрофів, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, становила 25 %.

Діагностичні таксони: Epithemia adnata (Kütz.) Bréb., *Epithemia sorex* Kütz., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun., *Cymbella tumida* (Bréb.) van Heurck, *Navicula radiosa* Kütz., *Navicula tripunctata* (O.F. Müll.) Bory, *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll. і *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirch.

Обговорення результатів досліджень

Результати проведених досліджень засвідчили, що виділені підгрупи, які знайдені в озерах з різними гідрологічними умовами, відрізняються за складом діагностичних таксонів та їхніми екологічними характеристиками, за видовим багатством, таксономічною структурою фітоепіфітону, за середньою кількістю видів в окремих угрупованнях і за кількісними показниками розвитку водоростей.

Так, підгрупа *Gomphonema truncatum*, що об'єднує угруповання водоростей епіфітону, знайдені в системі озер Опечень, діагностувалась таксонами не лише діатомових, а й зелених і харофітових водоростей, характеризувалась значно нижчими кількісними показниками розвитку водоростей (чисельність — у 2,5 раза, біомаса — у 4,8 раза), вищою часткою Chlorophyta у структурі його чисельності і біомаси, а також вищою (у 1,3 раза) середньою кількістю видів в окремих угрупованнях порівняно з підгрупою *Epithemia adnata*, знайденою в усіх інших обстежених озерах. Зменшення кількісних показників розвитку водоростей епіфітону у відповідь на підвищення швидкості течії спостерігали і раніше на прикладі інших водойм. Зокрема, у нетранзитній зоні Канівського водосховища (у затоках) кількісні показники розвитку фітоепіфітону були значно вищими, ніж у його транзитній зоні [28, 31]. Крім того, в озерах і ставках з меншою рухливістю води кількісні показники розвитку фітоепіфітону були значно вищими, ніж у водоймах з більшою рухливістю водних мас [23].

Щодо екологічних характеристик, то серед діагностичних таксонів пігрупи *Gomphonema truncatum* значною кількістю представлені як планктонно-бентосні, так і бентосні організми, а серед діагностичних таксонів підгрупи *Epithemia adnata* знайдені лише бентосні організми. У системі озер Опечень, що характеризуються більшою рухливістю водних мас, серед індикаторів текучості води та її насичення киснем знайдені лише показники повільно текучих вод, а у всіх інших водоймах, з меншою рухливістю водних мас — індикатори як повільно текучих, так і стоячих вод. У системі озер Опечень переважали алкаліфіли, а в усіх інших водоймах — алкаліфіли та алкалібїонти. Важливо підкреслити, що частка алкалібїонтів у нетранзитній зоні (у затоках) Канівського водосховища також була вищою, ніж у транзитній зоні з більшою рухливістю водних мас [28]. Серед діагностичних таксонів пігрупи *Gomphonema truncatum* знайдені індиференти та галофіли, а у підгрупі *Epithemia adnata* індикатори солоності води представлені лише індиферентами. Серед індикаторів ор-

ганічного забруднення найбільшою кількістю видів в обох підгрупах представлені бета-мезосапробіонти. У системі озер Опечень 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, а в усіх інших озерах — автотрофи, які витримують лише низькі концентрації азотовмісних органічних сполук у воді.

Аналіз складу діагностичних таксонів показав, що угруповання водоростей епіфітону, знайдені в усіх обстежених водоймах, за виключенням системи озер Опечень, належать до асоціації *Cocconeo placentulae-Epithemietum adnatae*, описаної нами раніше для озер Києва [27]. Так, майже всі діагностичні таксони, притаманні групі *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum* та підгрупі *Epithemia adnata*, входять до складу діагностичних таксонів асоціації *Cocconeo placentulae-Epithemietum adnatae*.

Попри те що всі угруповання водоростей епіфітону, знайдені в обстежених озерах, належать до одної групи і двох підгруп, звертає на себе увагу той факт, що як в межах однієї групи, так і в межах однієї підгрупи видовий склад та кількісні показники розвитку фітоепіфітону варіювали у широких межах. Тобто можна припустити, що не лише швидкість течії, а й інші чинники впливали на структуру угруповань водоростей епіфітону. Для виявлення впливу хімічного складу води та нафтового забруднення на структуру угруповань фітоепіфітону був проведений кореляційний аналіз. Так, достовірна зворотна залежність встановлена між концентрацією органічних речовин (БО) та загальною кількістю видів фітоепіфітону, його чисельністю та біомасою, між концентрацією нафтопродуктів та загальною кількістю видів, біомасою та розмірною структурою фітоепіфітону (відношенням загальної біомаси до загальної чисельності — B/N), а також між концентрацією хлоридів та чисельністю і біомасою водоростей. В той же час достовірна пряма залежність встановлена між

Таблиця 4

Коефіцієнти кореляції між величинами хімічних показників води та кількісними показниками розвитку водоростей в озерах м. Києва

Показники	Кількість видів	Чисельність, млн. кл/г	Біомаса, мг/г	B/N
Cl^- , мг/дм ³	-0,21	-0,54	-0,42	0,03
НП, мг/дм ³	-0,38	-0,26	-0,37	-0,50
БО, мгО/дм ³	-0,47	-0,50	-0,35	-0,08
$P_{неорг}$, мг/дм ³	0,33	0,71	0,73	0,16
$N_{неорг}$, мг/дм ³	0,31	0,46	0,27	-0,31

Примітка. Тут і в табл. 5 і 6: Cl^- — хлориди; НП — нафтопродукти; БО — біхроматна окиснюваність; $P_{неорг}$ — фосфор неорганічний; $N_{неорг}$ — азот неорганічний (NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-). Напівжирним шрифтом виділені коефіцієнти кореляції, достовірні при $p < 0,05$. $n = 32$.

концентрацією неорганічних сполук фосфору та чисельністю і біомасою фітоепіфітону та між концентрацією неорганічних сполук азоту та чисельністю водоростей (табл. 4).

Встановлено, що водорості, які належать до різних відділів, дещо відрізняються за своєю реакцією на вплив хімічного складу води. Так, достовірна зворотна залежність встановлена між концентрацією хлоридів та чисельністю та біомасою діатомових і зелених водоростей, між концентрацією органічних речовин (БО) та кількістю видів Bacillariophyta, їхніми чисельністю та біомасою, а також біомасою Chlorophyta (табл. 5, 6).

При цьому достовірна пряма залежність встановлена між концентрацією неорганічних сполук фосфору та кількістю видів Bacillariophyta, їхніми чисельністю і біомасою, а також між чисельністю та біомасою Chlorophyta. Достовірна пряма залежність встановлена також між концентрацією неорганічних сполук азоту та кількістю видів, чисельністю та біомасою Chlorophyta (див. табл. 6).

В той же час водорості з різних відділів істотно відрізнялись за своєю реакцією на забруднення нафтопродуктами. Достовірна зворотна залежність між концентрацією нафтопродуктів і кількістю видів, чисельністю та біомасою встановлена лише для Bacillariophyta (див. табл. 5). Цей факт свідчить про те, що діатомові водорості є більш чутливими до вмісту на-

Таблиця 5

Коефіцієнти кореляції між величинами хімічних показників води та кількісними показниками Bacillariophyta в озерах м. Києва

Показники	Кількість видів	Чисельність, млн. кл/г	Біомаса, мг/г
Cl ⁻ , мг/дм ³	-0,33	-0,59	-0,45
НП, мг/дм ³	-0,51	-0,41	-0,36
БО, мг О/дм ³	-0,56	-0,47	-0,35
P _{неорг.} , мг/дм ³	0,46	0,90	0,78
N _{неорг.} , мг/дм ³	0,09	0,10	0,25

Таблиця 6

Коефіцієнти кореляції між величинами хімічних показників води та кількісними показниками Chlorophyta в озерах м. Києва

Показники	Кількість видів	Чисельність, млн. кл/г	Біомаса, мг/г
Cl ⁻ , мг/дм ³	-0,07	-0,45	-0,41
НП, мг/дм ³	-0,03	0,03	-0,26
БО, мг О/дм ³	-0,23	-0,23	-0,42
P _{неорг.} , мг/дм ³	0,02	0,74	0,58
N _{неорг.} , мг/дм ³	0,42	0,51	0,33

фтопродуктів порівняно з зеленими водоростями, що підтверджується і літературними даними [5], де зазначається, що бензин і дизпаливо у всіх досліджуваних концентраціях спричиняли зменшення біомаси представників Bacillariophyta, тоді як біомаса Chlorophyta за найбільшої добавки дизельного палива була майже у два рази вищою, ніж у контролі.

Висновки

Таким чином, встановлено, що структура угруповань водоростей епіфітону в обстежених озерах м. Києва залежала від впливу як гідрологічних умов, так і хімічного складу води, які часто мали різноспрямовану дію. Так, гідрологічний режим озер обумовлював тип водоростевих угруповань. Крім того, збільшення рухливості водних мас супроводжувалось зменшенням кількісних показників розвитку водоростей епіфітону. Щодо хімічного складу води, то збільшення концентрації хлоридів та органічних речовин пригнічувало розвиток епіфітону, що призводило до зменшення його кількісних показників. В той же час збільшення концентрації неорганічних сполук азоту і фосфору стимулювало розвиток епіфітону і призводило до збільшення його кількісних показників. Водорості з різних відділів відрізнялись за своєю реакцією на забруднення нафтопродуктами. Діатомові водорості більш чутливі до його впливу порівняно з зеленими.

Список використаної літератури

1. Афанасьев С.А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов г. Киева. *Вест. экологии*. 1996. № 1—2. С. 112—118.
2. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
3. Батог С.В. Еколого-гідрологічна характеристика водойм м. Києва: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. К., 2018. 20 с.
4. Горбунова М.О., Абакумова Ю.В. Бинарное тестирование хлорид-ионов в природных водах. *Современные проблемы гидрохимии и формирования качества вод*: Материалы науч. конф. (с междунар. участием) (27—28 мая 2010 г., Азов). Ростов-н/Д, 2010. С. 275—278.
5. Гусейнова В.П. Сполуки вуглеводневої природи у функціонуванні прісноводних мікрководоростей: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. К., 2010. 24 с.
6. Євтушенко М.Ю., Дудник С.В. Водна токсикологія: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 564 с.
7. Київ як екологічна система: природа — людина — виробництво — екологія. К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2001. 259 с.
8. Курейшевич А.В., Морозова А.А., Шуляренко А.В., Пахомова М.Н. Минерализация воды как фактор, определяющий развитие фитопланктона и содержание в нем фотосинтезирующих пигментов. *Гидробиол. журн.* 2002. Т. 38, № 5. С. 32—46.
9. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: Логос, 2006. 408 с.
10. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности: Учебник. М.: Логос, 2001. 264 с.
11. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 223 с.

12. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості води поверхневих вод суші та естуаріїв України. К., 2001. 48 с.
13. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. 542 с.
14. Скопинцев Б.А. Взвешенное и растворенное органическое вещество в природных водах по экспериментальным данным и натурным наблюдениям. *Микробиологические и химические процессы деструкции органического вещества в водоемах*. Ленинград : Наука, 1979. С. 236—256.
15. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР: учебное пособие. Киев : Вища шк., 1984. 334 с.
16. Bukhtiyarova L.N. Epiphytic diatom assemblages in lentic ecosystems of Kiev. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 6. P. 16—31.
17. Gorcharova M. T., Kipnis L. S., Konovets I. M. et al. Ecological assessment of water and sediments quality of the Opechen lakes system (Kyiv). *Ibid.* 2020. Vol. 56, N 4. P. 71—83.
18. Gorbatiuk L.O., Pasichna O.O., Platonov M.O. et al. Assessment of the current level of pollution of the lakes of Kyiv by petroleum hydrocarbons. *Ibid.* 2021. Vol. 57, N 3. P. 95—101.
19. Ivanova I.Yu., Kharchenko G.V., Klochenko P.D. Higher aquatic vegetation of water bodies of the town of Kiev. *Ibid.* 2007. Vol. 43, N 3. P. 36—56.
20. Klochenko P.D., Grubinko V.V., Gumenyuk G.B., Arsan O.M. Peculiarities of ammonium nitrogen assimilation in green and blue-green algae. *Ibid.* 2003. Vol. 39, N 6. P. 102—108.
21. Klochenko P.D., Kharchenko G.V., Shevchenko T.F. Peculiarities of the distribution of epiphyton algae in water bodies of Kiev. *Ibid.* 2012. Vol. 48, N 3. P. 39—51.
22. Klochenko P.D., Shevchenko T.F. Phytoepiphyton of macrophytes of various ecological groups of the Kiev Reservoir. *Ibid.* 2016. Vol. 52, N 6. P. 3—16.
23. Klochenko P., Shevchenko T. Distribution of epiphytic algae on macrophytes of various ecological groups (the case study of water bodies in the Dnieper River basin). *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2017. Vol. 46, Iss. 3. P. 283—293.
24. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Nezbrjtskaya 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. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 3. P. 29—43.
25. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Tarashchuk O.S. Phytoepiphyton of the additional net of the Kanev Reservoir. *Ibid.* 2016. Vol. 52, N 3. P. 22—37.
26. Klochenko, P.D., T.F. Shevchenko, T.A. Vasilchuk et al. On the ecology of phytoepiphyton of water bodies of the Dnieper River basin. *Ibid.* 2014. Vol. 50, N 3. P. 41—54.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Nezbrjtska I.N. Response of phytoplankton to heavy pollution of water bodies. *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2020. Vol. 49, Iss. 3. P. 267—280.
31. Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Timchenko V.M., Dubnyak S.S. Epiphyton of a cascade plain reservoir under different hydrodynamic conditions. *Ecohydrol. & Hydrobiol.* 2019. Vol. 19, Iss. 3. P. 407—416.
32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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.

36. 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, N 1. P. 117—133.

37. Zub L.N., Prokopuk M.S., Pogorelova Yu.V. Species composition of higher aquatic plants of urban water bodies as the index of environment quality. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 2. P. 43—53.

Надійшла 09.03.2021

T.F. Shevchenko, PhD (Biol.), Senior researcher, Senior researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: tf_shevchenko@ukr.net

P.D. Klochenko, Doctor of Biology, Prof., Head of Department,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

G.V. Kharchenko, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

Z.N. Gorbunova, Junior researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine

PHYTOEPIPHYTON OF MEGALOPOLIS LAKES UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC INFLUENCE

The species composition of phytoepiphyton and quantitative indices of its development were studied in 16 lakes of Kyiv differing in their hydrological conditions, hydrochemical indices, and also in the degree of contamination by petroleum hydrocarbons. It has been found that in the studied lakes the species composition of phytoepiphyton, its species richness, numbers, and biomass varied over a wide range. At the same time, the performed cenological analysis has shown that all algal communities found in the studied water bodies can be assigned to one group — *Cocconeis placentula* + *Gomphonema truncatum* and two subgroups: *Gomphonema truncatum* and *Epithemia adnata*. The first subgroup includes algal communities registered in the system of Opechen lakes characterized by more intensive water movement, whereas the second subgroup — algal communities observed in all other studied lakes with less intensive water movement. The response of phytoepiphyton to changes in the chemical composition of the water consisted in the increase in the number of its species, numbers and biomass with increasing the concentration of nutrients. At the same time, phytoepiphyton quantitative indices decreased with increasing the concentration of chloride and organic matter. Various algal divisions differed in their response to contamination by petroleum hydrocarbons. Bacillariophyta proved to be more sensitive to the influence of this factor compared to Chlorophyta.

Keywords: phytoepiphyton, hydrological conditions, inorganic and organic substances, cenological analysis, the Braun-Blanquet method, lakes of Kyiv.