

УДК 582.232 [285.31]

П.Д. КЛОЧЕНКО, д. б. н., проф., завідувач відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: pklochenko@ukr.net

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

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

ФІТОЕПІФІТОН ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ВОДОЙМ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ» (УКРАЇНА)

Біоіндикацію стану трьох систем ставків Національного природного парку «Голосіївський» здійснено за індикаторними характеристиками фітоепіфітону. Результати досліджень засвідчили, що у його складі найбільшою кількістю видів представлені бентосні організми, мешканці повільно текучих і помірно теплих вод, акаліфіли по відношенню до рН та індиферентні організми по відношенню до солоності води. Серед індикаторів типу живлення переважали автотрофи, які витримують підвищену концентрацію азотовмісних органічних сполук, серед індикаторів органічного забруднення — β -мезосапробіонти і еврисапроби, а серед індикаторів трофічного рівня — мешканці евтрофних вод. Встановлено, що у системі Горіховатських ставків частка галофілів, індикаторів евтрофних вод, автотрофів, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, і еврисапробів (індикаторів помірно забруднених вод), а також альфа-мезосапробіонтів та полісапробіонтів була вищою, ніж в інших ставках, що свідчить про більш суттєвий рівень їхнього забруднення неорганічними та органічними речовинами.

Ключові слова: водорості епіфітону, біоіндикація, ставки, Національний природний парк «Голосіївський».

В умовах сьогодення, коли антропогенний прес на довкілля набуває загрозливого характеру, особливої уваги заслуговують дослідження, спрямовані на оцінку стану водних екосистем. Відсутність відповідної інформації унеможливує розробку науково обґрунтованих та еколо-

Ц и т у в а н н я: Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Горбунова З.Н. Фітоепіфітон як індикатор стану водойм Національного природного парку «Голосіївський» (Україна). *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58, № 2. С. 32—44.

гічно ефективних управлінських рішень щодо зменшення негативних наслідків антропогенного пресу на навколишнє середовище.

Для характеристики стану водних об'єктів та виявлення змін, які відбуваються в їхніх екосистемах за дії різних чинників, досить важливим є вибір адекватних і надійних показників. Серед них варто відзначити видовий склад гідробіонтів і, в першу чергу, водоростей — основи трофічної ланки різнотипних водних об'єктів. Біоіндикація водних екосистем на основі видового складу водоростей дає інтегральну оцінку їхнього стану, а також перебігу процесів, що відбуваються у водоймах за впливу як природних, так і антропогенних чинників [1, 6—8].

Важливу роль при характеристиці водних екосистем відіграють водорості епіфітону. Ці організми ведуть прикріпленій спосіб життя, розвиваючись в обростанні макрофітів різних екологічних груп [13, 14], віддзеркалюють переважаючі умови водного середовища і широко використовуються для біоіндикації стану різнотипних водойм [9, 12, 16—18, 20, 21].

Серед численних водних об'єктів, які зазнають посиленого антропогенного впливу, варто відзначити водойми, що розташовані на території мегаполісів, зокрема міста Києва. В його межах знаходиться Національний природний парк (НПП) «Голосіївський» з каскадом ставків, більшість із яких розташована неподалік різних інфраструктурних об'єктів та зазнає посиленого рекреаційного навантаження.

Метою роботи було провести біоіндикацію стану різних систем ставків НПП «Голосіївський» на основі індикаторних характеристик водоростей, що розвиваються в обростанні вищих водних рослин різних екологічних груп.

Матеріал і методика досліджень

Об'єктом досліджень слугували Горіховатські (на р. Горіховатка), Китаївські (на Китаївському струмку) та Дідорівські (на Дідорівському струмку) системи ставків, розташовані у північній частині НПП «Голосіївський» (50°22'47" N 30°30'21" E). Кожна система являє собою каскад із чотирьох штучно створених і з'єднаних між собою водойм загальною площею відповідно 5,0, 4,3 і 10,3 га.

Відбір проб фітоепіфітону проводили з 15 видів вищих водних рослин, що відносяться до трьох екологічних груп: повітряно-водних (*Butomus umbellatus* L. — сусак зонтичний, *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. — лепешняк великий, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. — очерет звичайний, *Scirpus lacustris* L. — комиш озерний, *Scirpus sylvaticus* L. — комиш лісовий, *Sparganium erectum* L. — їжача голівка пряма, *Sagittaria sagittifolia* L. — стрілолист звичайний, *Typha angustifolia* L. — рогіз вузьколистий, *Typha latifolia* L. — рогіз широколистий), з плаваючим листям (*Nuphar lutea* (L.) Smith — глечики жовті, *Trapa natans* L. — водяний горіх плаваючий, *Potamogeton natans* L. — рдесник плаваючий) та занурених (*Ceratophyllum demersum* L. — кушир занурений, *Myriophyllum spicatum* L. — водопериця колосиста, *Potamogeton pectinatus* L. — рдесник гребінчас-

тий). Проби епіфітону відбирали з використанням методів, загальноприйнятих в практиці гідробіологічних досліджень [3, 5].

Робота ґрунтується на даних про видовий склад водоростей епіфітону, отриманих в період досліджень у липні — серпні 2019 р. Екологічний аналіз проводили з використанням індикаторних характеристик водоростей, наведених у відповідних літературних джерелах [1, 10, 22—24]. Приналежність окремих видів водоростей до певної екологічної групи визначали з урахуванням публікацій [11, 19].

Концентрацію неорганічних сполук азоту і фосфору визначали колориметричним методом, хлоридів — методом Мора, а розчинених органічних речовин — за біхроматною окиснюваністю [4]. Величину рН води встановлювали за допомогою приладу рН-150М.

Результати досліджень та їх обговорення

Характеристика досліджуваних ставків за гідрохімічними показниками. Серед багатьох чинників, що обумовлюють якість води природних і штучних водойм, одним із основних є вміст органічних і біогенних речовин, які надходять у водойми з різного роду стічними водами і накопичуються у них внаслідок внутрішньоводоймних процесів.

Найважливішими біогенними елементами для функціонування будь-якої водойми є азот і фосфор. Від їхнього вмісту залежить рівень трофності і продуктивність водних екосистем. Серед неорганічних форм азоту найбільше значення у прісноводних водоймах мають іони амонію і нітрат-іони, у меншій мірі — нітрит-іони. Результати проведених досліджень засвідчили, що концентрація амонійного азоту у ставках парку була невисокою. Її середні значення знаходились у межах 0,042—0,155 мг N/дм³ (таблиця). Ще нижчою виявилась кількість нітратного азоту, середні величини якої коливалися від 0,011 до 0,041 мг N/дм³. Середня концентрація нітритного азоту у воді досліджуваних ставків не перевищувала значень 0,008 мг N/дм³. Щодо загального вмісту неорганічного азоту, то найвищі його середні значення спостерігали у Горіховатських ставках — 0,204 мг/дм³, тоді як у Китаївських ставках вони дорівнювали 0,123 мг/дм³, а у Дідорівських ставках — 0,072 мг/дм³.

Найвищу концентрацію неорганічного фосфору зареєстровано у Горіховатських ставках, де її середня величина становила 0,157 мг/дм³. У Дідорівських ставках вона була у три рази нижчою (0,050 мг/дм³), а у Китаївських ставках у середньому становила 0,066 мг/дм³ (див. таблицю).

Одним із важливих показників якості природної води є вміст хлорид-іонів, значна кількість яких може надходити у водойми із господарськими стічними водами. Під час досліджень найвищою концентрацією хлоридів характеризувалися Горіховатські ставки (у середньому 118,6 мг/дм³), тоді як у Китаївських і Дідорівських ставках вона була помітно нижчою — відповідно 44,9 і 35,7 мг/дм³ (див. таблицю).

Не дивлячись на те, що розчинені органічні речовини досить швидко розкладаються мікроорганізмами, їхня концентрація у воді може значно зростати внаслідок антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Широко вживаним показником кількості органічних речовин у природних водах є їхній загальний вміст, який оцінюється величиною біхроматної окиснюваності (БО). Найвищі її значення відмічено у системі Горіховатських ставків (у середньому 42,8 мг О/дм³), а найнижчі — у Дідорівських ставках (20,0 мг О/дм³). Китаївські ставки за кількістю органічних речовин займали проміжне становище (36,4 мг О/дм³) (див. таблицю).

Спостереження за змінами активної реакції водного середовища (рН) у досліджуваних водоймах показали, що її значення коливались у широких межах — від 7,22 до 8,67 (див. таблицю). При цьому найменша середня величина рН була характерна для Горіховатських ставків, а найбільша — для Китаївських ставків.

Екологічний аналіз фітоепіфітону досліджуваних ставків. Всього у результаті оригінальних досліджень в епіфітоні ставків НПП «Голосіївський» виявлено 198 видів водоростей, представлених 206 внутрішньовидовими таксонами (включно з номенклатурним типом виду). Основу видового багатства фітоепіфітону досліджуваних водойм (93,4 % загальної кількості знайдених видів) становили Bacillariophyta (77 видів), Chlorophyta (59), Charophyta (35) і Euglenophyta (14). Найбільшу кількість видів знайдено у Китаївських (138) та Горіховатських (136) і дещо меншу — у Дідорівських ставках (113) [2].

Таблиця

Гідрохімічні показники ставків НПП «Голосіївський»

Показники	Ставки		
	Горіховатські	Китаївські	Дідорівські
NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	0,127–0,198	0,045–0,198	0,020–0,078
	0,155	0,111	0,042
NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	0,002–0,016	0,001–0,002	0,003–0,009
	0,008	0,001	0,005
NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	0,010–0,075	0,010–0,012	0,010–0,043
	0,041	0,011	0,025
N _{неорг.} , мг/дм ³	0,180–0,218	0,056–0,212	0,033–0,130
	0,204	0,123	0,072
P _{неорг.} , мг/дм ³	0,066–0,295	0,019–0,183	0,022–0,107
	0,157	0,066	0,050
Cl ⁻ , мг/дм ³	70,9–169,6	42,1–48,3	33,2–38,6
	118,6	44,9	35,7
БО, мг О/дм ³	35,2–48,0	29,6–42,4	16,0–24,0
	42,8	36,4	20,0
рН	7,22–7,92	8,24–8,67	8,01–8,31
	7,64	8,41	8,17

П р и м і т к а. Над рискою – граничні величини; під рискою – середні значення.

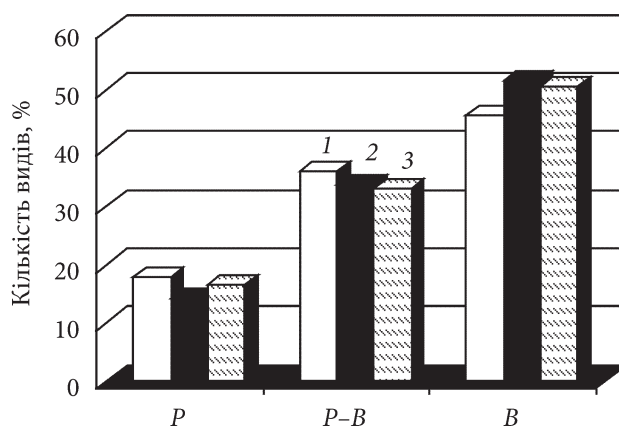


Рис. 1. Розподіл водоростей за приуроченістю до місцезростання: P — планктонні; P-B — планктонно-бентосні; B — бентосні. Тут і на рис. 2—9: 1 — Горіховатські ставки; 2 — Китаївські ставки; 3 — Дідорівські ставки

Проведений біоіндикаційний аналіз засвідчив, що серед знайдених водоростей епіфітону 177 видів і внутрішньовидових таксонів (85,9 % загальної кількості) є індикаторами умов навколишнього середовища, а саме: місцезростання — 172, проточності і насичення води киснем — 108, температурного режиму — 37, рН води — 107, її солоності — 121, трофічного статусу водойм — 80, типу живлення і відношення до концентрації азотовмісних органічних сполук — 60, органічного забруднення — 152 види (за Р. Пантле і Г. Бук) і 61 вид (за Т. Ватанабе).

За приуроченістю до місцезростання в фітоепіфітоні Горіховатських, Китаївських і Дідорівських ставків переважали бентосні (у широкому розумінні, зв'язані з субстратом) організми (відповідно 45,7, 51,7 та 50,5 %) (рис. 1). Серед бентосних водоростей найчастіше зустрічались *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb., *Symbella cistula* (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn., *C. lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb., *C. tumida* (Bréb.) van Heurck, *Gomphonema truncatum* Ehrenb., *Navicula veneta* Kütz., *N. viridula* (Kütz.) Ehrenb. та ін. Найбільшою кількістю видів серед планктонно-бентосних водоростей представлено роди *Acutodesmus* (E. Hegew.) P. Tsarenko, *Desmodesmus* (Chodat) An et al. і *Scenedesmus* Meyen. Частка планктонних організмів у досліджених системах ставків становила відповідно 18,1, 14,4 і 16,5 %.

Представники повільно текучих вод (*Symbella cistula*, *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Round et Bukht. та ін.) переважали серед видів — індикаторів проточності води та її насичення киснем (69,7—72,0 %), тоді як частка індикаторів стоячих вод становила 26,7—28,8 %, а видів — індикаторів швидко текучих вод — лише 1,2—1,5 % (рис. 2).

Серед водоростей — індикаторів температурного режиму переважали мешканці помірно теплих вод — *Melosira varians* C. Agardh, *Synedra*

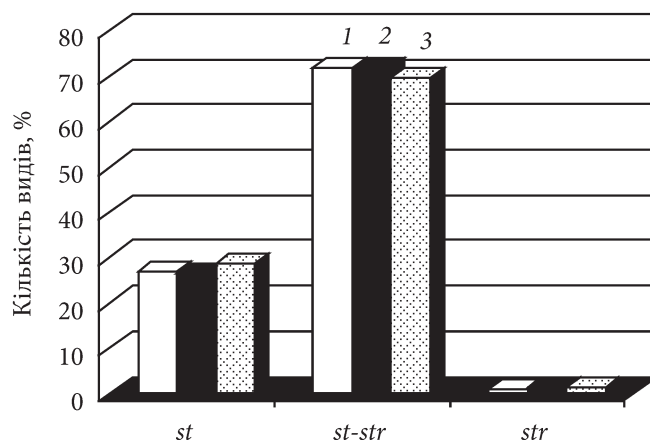


Рис. 2. Розподіл водоростей — індикаторів проточності і насичення води киснем: *st* — стоячі з низьким насиченням киснем; *st-str* — повільно текучі з середнім насиченням киснем; *str* — швидко текучі води з високим насиченням киснем

ulna, *Cymbella tumida*, *Gomphonema gracile* Ehrenb., *G. parvulum* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. radiosa* Kütz., *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *E. sorex* Kütz., *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. та ін. (70,6—83,3 %) (рис. 3). Значно меншим був внесок евритермних видів (12,5—23,6 %). Щодо інших груп водоростей-індикаторів, то їхня частка була досить низькою: холодолюбних — не перевищувала 3,6 %, а теплолюбних — 4,2 %.

Серед видів — індикаторів рН водного середовища у досліджуваних ставках перевагу мали алкаліфіли (43,5—47,6 %) (рис. 4). Серед них найчастіше зустрічались *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Cymbella cistula*, *C. tumida*, *Gomphonema acuminatum*, *Navicula cryptocephala*, *N. veneta*, *Amphora pediculus* (Kütz.) Grunow та ін. Значною (30,6—38,9 %) була також частка індиферентів (*Gomphonema gracile*, *G. parvulum*, *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., *Pediastrum duplex* Meyen, *P. tetras* (Ehrenb.) Ralfs та ін.). Привертає увагу той факт, що у воді Китаївських ставків порівняно з іншими системами водойм парку частка ацидофілів (13,9 %) була значно вищою. Таку саму закономірність спостерігали і при біоіндикації досліджуваних водойм за фітопланктоном, де їхній внесок становив 12,2 % [15]. Це переважно представники відділу Charophyta, а саме: *Cosmarium botrytis* Menegh., *C. punctulatum* Bréb., *C. subprotumidum* Nordst. та ін. Щодо акалібонтів (*Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll., *Epithemia adnata*, *E. sorex*, *E. turgida* та ін.), то їхня частка знаходилась в межах 11,1—13,9 %. Варто також зазначити, що переважання алкаліфілів, а також значна частка акалібонтів в усіх трьох системах ставків, ймовірно, зумовлені тим, що середні значення рН знаходились в межах 7,64—8,41. Саме такі величини активної реакції середовища є сприятливими для розвитку алкаліфілів та акалібонтів [23].

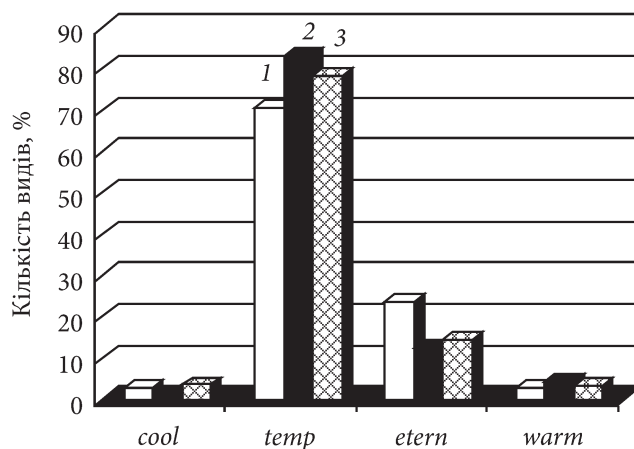


Рис. 3. Розподіл водоростей — індикаторів температурного режиму: *cool* — холодолюбні; *temp* — мешканці помірно теплих вод; *etern* — евритермні; *warm* — теплолюбні

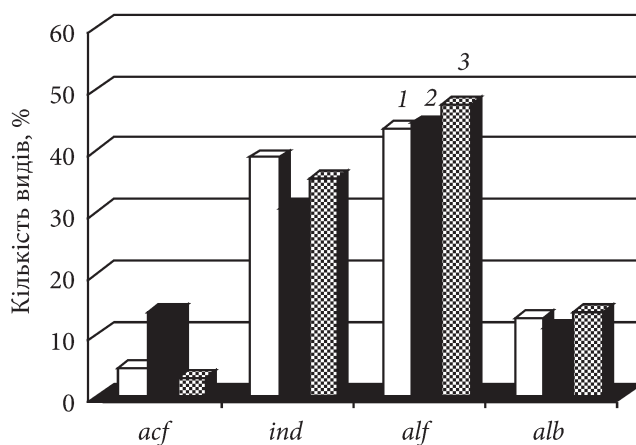


Рис. 4. Розподіл водоростей — індикаторів рН води: *acf* — ацидофіли; *ind* — індиференти; *alf* — алкаліфіли; *alb* — алкалібіонти

Переважаючою групою серед індикаторів солоності води були індиференти (*Amphora pediculus*, *Nitzschia palea*, *Rhopalodia gibba*, *Epithemia adnata*, *E. sorex*, *E. turgida*, *Acutodesmus acuminatus* (Lagerh.) P. Tsarenko, *Desmodesmus communis* (E. Hegew.) E. Hegew., *Cosmarium granatum* Bréb. та ін.), частка яких становила 79,5—86,8 % (рис. 5). Внесок галофілів був найвищим у Горіховатських ставках (14,3 %), тоді як у Китаївських ставках він становив 8,4 %, а у Дідорівських — 10,2 %. Щодо галофобів, то їхня частка становила 3,1—3,6 %, а мезогалофів — знаходилась в межах 1,2—3,1 %. Важливо зазначити, що вищий внесок галофілів у Горіховатських ставках може бути пов'язаний із значно вищою концентрацією хлоридів.

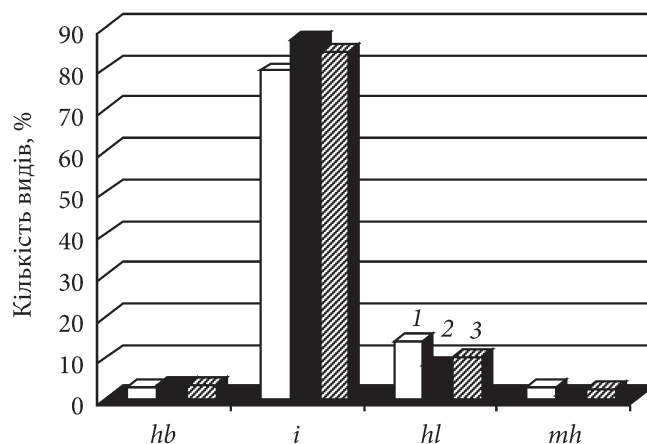


Рис. 5. Розподіл водоростей — індикаторів солоності води: *hb* — галофоби; *i* — інди-
ференти; *hl* — галофіли; *mh* — мезогалофи

Так, наприклад, якщо її середні значення тут становили 118,6 мг/дм³, то у воді Китаївських ставків — 44,9 мг/дм³, а Дідорівських ставків — 35,7 мг/дм³.

Серед індикаторів трофічного рівня вод були знайдені мешканці оліготрофних, оліго-мезотрофних, мезотрофних, мезо-евтрофних, евтрофних і гіпертрофних вод, а також види — індикатори широкої амплітуди трофності. У досліджуваних водоймах найбільшим (44,0—46,0 %) виявився внесок водоростей — індикаторів евтрофних вод (*Melosira varians*, *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bert., *Symbella cistula*, *Gomphonema acuminatum*, *G. parvulum*, *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *C. placentula*, *Navicula veneta*, *N. viridula*, *Rhopalodia gibba*, *E. sorex*, *Cosmarium humile* Nordst. ex De Toni та ін.) і значно меншим — мезо-евтрофних (23,4—24,1 %), мезотрофних (6,9—10,5 %), гіпертрофних (6,0—7,0%) вод, а також видів — індикаторів широкої амплітуди трофності (9,8—14,0 %) (рис. 6). Привертає увагу той факт, що у системі Китаївських ставків частка індикаторів мезотрофних вод була дещо вищою (10,5 %), ніж у системі Горіховатських (6,9 %) і Дідорівських (8,0 %) ставків. Варто зазначити, що значний внесок індикаторів мезотрофних вод у Китаївських ставках було відмічено і при індикації стану досліджуваних водойм з урахуванням екологічних характеристик планктонних водоростей — 10,5 % [15]. Необхідно також наголосити на тому, що дещо вища частка водоростей — індикаторів евтрофних вод у Горіховатських ставках, скоріш за все, обумовлена вищою концентрацією неорганічних сполук азоту і фосфору у цих водоймах. Так, зокрема, середня концентрація $N_{\text{неорг}}$ і $P_{\text{неорг}}$ становила тут відповідно 0,204 мг/дм³ і 0,157 мг/дм³, тоді як у Китаївських ставках — 0,123 мг/дм³ і 0,066 мг/дм³, а у Дідорівських ставках — 0,072 мг/дм³ і 0,050 мг/дм³.

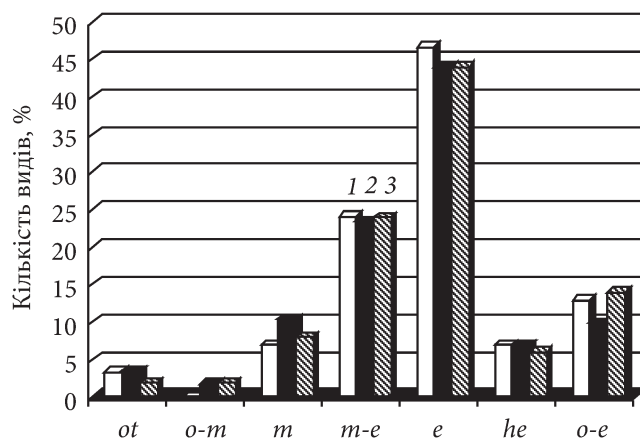


Рис. 6. Розподіл водоростей — індикаторів рівня трофності вод: *ot* — оліготрофних; *o-m* — оліго-мезотрофних; *m* — мезотрофних; *m-e* — мезо-евтрофних; *e* — евтрофних; *he* — гіпертрофних; *o-e* — оліго-евтрофних

Використання системи біоіндикації, розробленої Г. Ван Дамом із співавторами [23], в основі якої лежать індикаторні властивості діатомових водоростей, показало, що у досліджуваних системах ставків переважають автотрофні організми, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук (51,3—58,8 %) (рис. 7). Серед них найчастіше зустрічались *Rhoicosphenia abbreviata*, *Cocconeis placentula*, *Navicula capitatoradiata* Н. Germ., *N. cryptocephala*, *N. veneta*, *N. viridula* та ін. Друге місце належало автотрофам, які витримують лише низькі концентрації азотовмісних органічних сполук (28,2—35,9 %). Щодо інших груп, то третє і четверте місця посідали факультативні гетеротрофи, яким неабхідне періодичне підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук (7,1—7,8 %), та облігатні гетеротрофи, яким необхідні постійно підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук (4,8—5,2 %).

У системі індикації органічного забруднення за Т. Ватанабе [24] види-індикатори належать до трьох груп: сапроксени — мешканці чистих вод, еврисапроби — мешканці помірно забруднених вод та сапрофіли — мешканці забруднених вод. В усіх досліджуваних системах ставків переважали еврисапроби (66,0—69,7 %) (рис. 8). Серед них найчастіше траплялись *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus* Kütz., *S. ulna*, *Gomphonema gracile*, *G. parvulum*, *G. truncatum* та ін. Менш вагомим був внесок сапроксенів (29,8—30,2 %), а частка сапрофілів була найнижчою (2,3—7,2 %).

Серед індикаторів органічного забруднення вод за системою Р. Пантле і Г. Бук [1] знайдено види водоростей, які відносяться до чотирьох основних груп: олігосапробіонти, бета-мезосапробіонти, альфа-мезосапробіонти і полісапробіонти. Найбільшою кількістю видів у Горіховатських, Китаївських і Дідорівських ставках представлені бета-мезосапробні

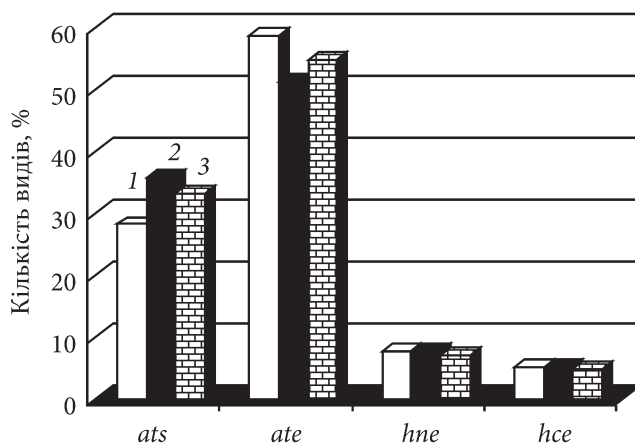


Рис. 7. Розподіл водоростей — індикаторів типу живлення і відношення до концентрації азотовмісних органічних сполук (АОС): *ats* — автотрофи, які витримують лише низькі концентрації АОС; *ate* — автотрофи, які витримують підвищені концентрації АОС; *hne* — факультативні гетеротрофи, яким необхідне періодичне підвищення концентрації АОС; *hce* — облігатні гетеротрофи, яким необхідні постійно підвищені концентрації АОС

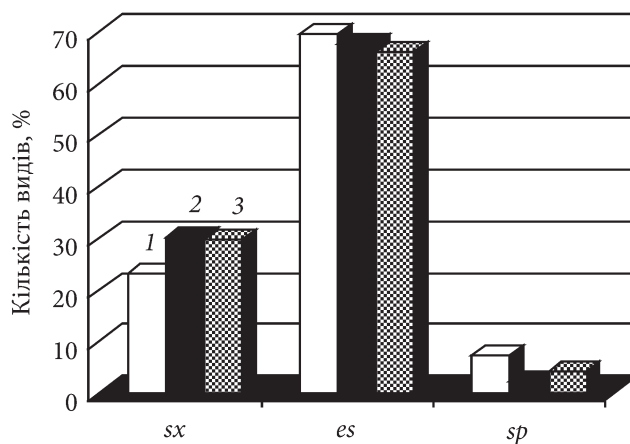


Рис. 8. Розподіл водоростей — індикаторів органічного забруднення (за Т. Ватанабе): *sx* — сапроксени; *es* — еврисапроби; *sp* — сапрофіли

організми — відповідно, 70,2, 67,9 і 69,4 % (рис. 9). Серед представників цієї групи індикаторів досить часто зустрічались *Synedra ulna*, *Cymbella cistula*, *C. lanceolata*, *Gomphonema truncatum*, *Cocconeis placentula*, *Amphora pediculus*, *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh., *P. duplex*, *P. tetras*, *Coelastrum pseudomicroporum* Korschikov, *Desmodesmus opoliensis* (P. Richt.) E. Hegew. та ін. Внесок альфа-мезосапробіонтів становив 13,2—15,5 %, олігосапробіонтів — 6,3—12,2 %, а полісапробіонтів — 6,1—8,0 %. Ана-

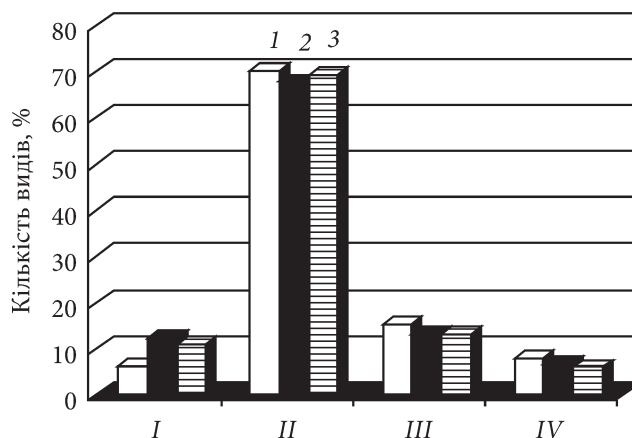


Рис. 9. Розподіл водоростей — індикаторів органічного забруднення (за П. Пантле і Г. Бук) між основними групами: I — α -сапробіонти (індекс сапробності $S = 0,5—1,5$); II — β -мезосапробіонти ($S = 1,5—2,5$); III — α -мезосапробіонти ($S = 2,5—3,5$); IV — ρ -сапробіонти ($S = 3,5—4,0$)

логічний розподіл бета-мезосапробіонтів у досліджуваних водоймах парку мав місце і при їхній біоіндикації з використанням планктонних водоростей (64,0—70,1 %) [15], тоді як частка альфа-мезосапробіонтів збільшилась з 1,1—3,3 до 13,2—15,5 %, а частка полісапробіонтів — з 3,3—6,7 до 6,1—8,0 % що, очевидно, є свідченням підвищення ступеня забруднення ставків органічними речовинами порівняно з минулим періодом досліджень.

Висновки

Результати екологічного аналізу засвідчили, що у досліджуваних ставках НПП «Голосіївський» у складі фітоепіфітону найбільшою кількістю видів представлені бентосні організми. Серед видів — індикаторів проточності переважали мешканці повільно текучих вод, температурного режиму — представники помірно теплих вод, рН середовища — акаліфіли, солоності води — індиферентні організми. Індикатори типу живлення були представлені переважно автотрофами, які витримують підвищену концентрацію азотовмісних органічних сполук. Серед індикаторів органічного забруднення домінували β -мезосапробіонти і еврисапроби, а серед індикаторів трофічного рівня — мешканці евтрофних вод.

Встановлено, що у системі Горіховатських ставків частка галофілів, мешканців евтрофних вод, автотрофів, які витримують підвищену концентрацію азотовмісних органічних сполук, і еврисапробів (індикаторів помірно забруднених вод), а також альфа-мезосапробіонтів та полісапробіонтів була вищою, ніж в інших ставках. Отримані дані свідчать про більш високий рівень забруднення цих водойм неорганічними та органічними речовинами, зокрема хлоридами, а також сполуками азоту і

фосфору, що підтверджується даними прямих гідрохімічних вимірювань.

Результати проведених досліджень узгоджуються з висновками, зробленими в результаті попередньої оцінки стану водойм парку за індикаторними характеристиками фітопланктону. Збільшення частки α -мезосапробіонтів у ставках парку порівняно з минулим періодом досліджень свідчить про зростання рівня забруднення їхніх вод органічними речовинами у часі. Отримані результати досліджень є важливими з огляду на доцільність проведення екологічного моніторингу водойм природоохоронних територій з використанням біоіндикаційних характеристик водоростей з метою формування інформаційної бази для розробки у подальшому ефективних управлінських рішень і заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу антропогенних чинників на водні екосистеми.

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. Клоченко П.Д., Шевченко Т.Ф., Харченко Г.В. Фітоепіфітон водойм національного природного парку «Голосіївський» (Україна). *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58, № 1 (343). С. 16—29.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: Логос, 2006. 408 с.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
5. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев: Вища шк., 1984. 333 с.
6. Barinova S.S., Klochenko P.D., Bilous E.P. Algae as indicators of the ecological state of water bodies: methods and prospects. *Hydrobiol. J.* 2015. Vol. 51, N 6. P. 3—21.
7. Barinova S., Liu Na., Ding J. et al. Bioindication of water quality of the Xinlicheng Reservoir by algal communities. *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. «The Wetlands Diversity»*. 2020. Vol. 22.3. P. 1—16.
8. Bilous O., Afanasyev S., Lietytska O. et al. Preliminary assessment of ecological status of the Siverskyi Donets river basin (Ukraine) based on phytoplankton parameters and its verification by other biological data // *Water (Switzerland)*. 2021. Vol. 13, N 23. P. 3368.
9. Bukhtiyarova L.N. Epiphytic diatom assemblages in lentic ecosystems of Kiev. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 6. P. 16—31.
10. Coesel P.F.M. The relevance of desmids in the biological typology and evaluation of fresh waters. *Hydrobiol. Bull.* 1975. Vol. 9, N 3. P. 93—101.
11. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Structural organization of phytoplankton and phytoepiphyton of the lakes of Kiev. *Hydrobiol. J.* 2013. Vol. 49, N 4. P. 47—63.
12. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method. *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2014. Vol. 43, Issue 3. P. 228—236.
13. Klochenko P.D., Shevchenko T.F. Phytoepiphyton of macrophytes of various ecological groups of the Kiev Reservoir. *Hydrobiol. J.* 2016. Vol. 52, N 6. P. 3—16.
14. 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, Issue 3. P. 283—293.
15. Klochenko P. D., Shevchenko T. F., Lilitskaya G.G. Bioindication of the ecological state of water bodies of the Goloseyevo National Natural Park. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54, N 5. P. 17—27.

16. Klochenko P.D., Shevchenko T.F. Epiphyton as bioindicator of the state of the upper-cascade Dnieper reservoirs. *Hydrobiol. J.* 2019. Vol. 55, N 4. P. 26—37.
17. Kopyrina L., Pshennikova E., Barinova S. Diversity and ecological characteristics of algae and Cyanobacteria of thermokarst lakes in Yakutia (northeastern Russia). *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2020. Vol. 49, No 2. P. 99—122.
18. Korniiichuk N.M., Metelska M.O., Kyrychuk G.Ye. Characteristics of algal fouling and phytomicrobenthos of a small river. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 4. P. 13—26.
19. Oksiyuk O.P., Davydov O.A., Karpezo Yu.I. Ecological and morphological structure of microphytobenthos. *Hydrobiol. J.* 2009. Vol. 45, N 2. P. 13—23.
20. Semenyuk N.Ye., Morozova A.O., Sherman I.M., Kutishchev P.S. Phytoepiphyton as biological indicator of spatial and temporal changes in water salinity in the lower reaches of the Dnieper River. *Hydrobiol. J.* 2020. Vol. 56, N 4. P. 3—18.
21. 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.
22. Štastný J. Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplante) from the Czech Republic, new and rare taxa, distribution, ecology. *Fottea*. 2010. Vol. 10, N 1. P. 1—74.
23. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Nether. J. Aquat. Ecol.* 1994. Vol. 28, N 1. P. 117—133.
24. Watanabe T. Biological indicator for the assessment of organic water pollution. *Japan J. of Water Pollut. Res.* 1986. Vol. 19. P. 7—11.

Надійшла 14.02.2022

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
e-mail: pklochenko@ukr.net

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

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

PHYTOEPIPHYTON AS INDICATOR OF THE STATE OF WATER BODIES OF THE «GOLOSIYIVSKY» NATIONAL NATURE PARK (UKRAINE)

Bioindication of the state of three systems of ponds of the «Golosiivsky» National Nature Park was carried out in terms of indicator characteristics of epiphyton algae. Results of the study suggest that benthos organisms were represented by the largest number of species. Algal species — indicators of slowly flowing and moderately warm waters, and also alkaliphiles in relation to pH and indifferent organisms in relation to water salinity, prevailed in phytoepiphyton of the studied ponds. Among diatoms — indicators of the type of nutrition, nitrogen-autotrophic taxa tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen were represented by the largest number of species. Eury saprobes and β -mesosaprobionts predominated among the indicators of organic contamination, whereas eutraphentic organisms — among the indicators of trophic state. It has been found that in the system of the Gorikhovatska ponds the contribution of halophiles, eutraphentic organisms, nitrogen-autotrophic taxa tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen, eury saprobes, α -mesosaprobionts, and polysaprobionts was higher than that in other ponds, which is indicative of a higher level of their contamination by inorganic and organic substances.

Keywords: epiphyton algae, bioindication, ponds, the «Golosiivsky» National Nature Park.