

УДК 582.261/.279:556.55(477.81-751.3)

Л.М. ЗУБ, к. б. н., ст. наук. співроб., зав. лабораторії,
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна
e-mail: lesyazub2@gmail.com
ORCID 0000-0003-4539-080X

Я.І. КРИЛОВ, к. с.-г. н., мол. наук. співроб.,
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна
e-mail: yaroslav_1990_r@meta.ua
ORCID 0000-0003-1958-3368

М.С. ПРОКОПУК, к. б. н., ст. наук. співроб.,
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна
e-mail: maryanaprokopuk406@gmail.com
ORCID 0000-0001-7739-0068

МАКРОФІТИ ОЗ. БІЛОГО (РІВНЕНСЬКИЙ ПРИРОДНИЙ ЗАПОВІДНИК): АНАЛІЗ ЗА 25 РОКІВ¹

Мета роботи полягала у дослідженні різноманіття макрофітів озера Білого та оцінці його змін за останні 25 років. Відмічено якісну та кількісну трансформацію структури заростей на ділянках рекреаційного використання. Встановлено, що у флорі макрофітів озера зростає частка толерантних до евтрофування видів, водночас зменшується кількість та ценотична роль чутливих до порушення природних умов таксонів. Отримані результати свідчать про необхідність запровадження природоохоронних заходів для збереження екосистеми оз. Білого.

Ключові слова: макрофіти, оліго-мезотрофні озера, оз. Біле, ценотична роль макрофітів.

Озеро Біле — представник надзвичайно рідкісного для України типу озер — оліго-мезотрофних, яким притаманний незначний вміст біогенів, висока прозорість води та незначний рівень первинної продукції. Зарості макрофітів тут є головним елементом, який контролює збалансованість продукційно-деструкційних процесів у водоймі, підтримуючи стабіль-

¹ Роботу виконано в межах бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямків наукових досліджень в Україні» КПКВК 6541230. Автори висловлюють подяку адміністрації та співробітникам Рівненського природного заповідника за їхню підтримку у проведенні польових досліджень.

Ц и т у в а н н я: Зуб Л.М., Крилов Я.І., Прокопук М.С. Макрофіти оз. Білого (Рівненський природний заповідник): аналіз за 25 років. *Гідробіол. журн.* 2026. Т. 62, № 1. С. 15—29.

ність екосистеми [21, 33, 38, 45]. Прозора вода, насичена киснем, робить озеро надзвичайно привабливим для рекреації. А збережені природні комплекси посилюють його цінність як туристичної атракції. Збільшення рекреаційного тиску, яке спостерігається на водоймі останнім часом [8, 9, 23, 24], безумовно може вплинути як на структуру мілководь (насамперед, зарості водних макрофітів), так і на екосистему водойми [12].

В літературі наявні лише фрагментарні відомості щодо особливостей заростання літоралі оз. Білого. Побіжно, дані щодо присутності тих чи інших видів макрофітів в озері можна зустріти у працях дослідників, присвячених флорі Полісся чи Рівненського природного заповідника [1—3, 7, 10, 17]. Дані щодо поширення окремих видів харових водоростей та восьми видів вищих водних рослин знаходимо у працях [19, 35]. Найдетальнішою працею, що дає уявлення про макрофіти оз. Білого є робота [18], яка наводить результати досліджень 2008 р.: детальні фітоценотичні таблиці, що містять 30 геоботанічних описів дозволяють отримати уявлення про флористичний склад макрофітів, притаманний водоймі того часу.

Показники макрофітів (перебудова видової структури рослинного покриву мілководь, перерозподіл домінантів чи площ, зайнятих певними фітоценозами тощо) є цінним інструментом для оцінки екологічного стану водойми, серед іншого і довгострокових його змін, спричинених антропогенним впливом [26—28, 31, 33, 34, 37, 43]. Саме тому метою роботи було охарактеризувати сучасне різноманіття макрофітів оз. Білого та дослідити, чи зазнав рослинний покрив його літоралі змін і якщо так, то яких.

Матеріал і методика досліджень

Озеро розташоване у Володимирецькому р-ні Рівненської обл. поблизу с. Рудка. Водойма має площу 4,53 км². Вода за складом гідрокарбонатно-кальцієво-магнієва [13]. За гідробіологічними маркерами констатується перехідний стан від оліготрофності до β-мезотрофності [22]. Водойма, переважно, глибоководна, середня глибина — 9 м, максимальна — 26,8 м [39]. Площа літоралі — ділянок, де формуються основні зарості макрофітів, становить 17,2 % від площі озера. В її ландшафтній структурі розрізняють два підурочища: фрагментарне — очеретяно-рогозові мілководдя без температурної стратифікації, частково антропогенно модифіковані (5,8 %); друге — суцільного поширення, із стратифікацією (11,4 %) [15].

Польові дослідження проводили у липні — серпні 2017, 2021, 2024 рр. за загальноприйнятими в гідроботаніці методами. Географічний статус та індикаторні властивості (= трофічні преференції) виду визначали за [14]. Для оцінки трапляння та ценотичної ролі видів використано суб'єктивну бальну шкалу чисельності: 0 — вказівка на присутність виду відсутня; 1 — вид трапляється вкрай зрідка, поодинокими екземплярами (1—3 точки фіксації на озері); 2 — зустрічається спорадично (трапляється по периметру озера час від часу (нерегулярно), як незначна домішка в угру-

пованнях інших макрофітів з проективним покриттям (ПП) ≤ 5 %); 3 — вид звичний, трапляється повсюдно як домішка в угрупованнях інших макрофітів (ПП 5—25 %), рідше — субдомінант з ПП до 40 %; 4 — вид масовий, зазвичай ценозоутворювач.

Геоботанічні описи виконували за стандартною методикою на ділянках площею 3×3 м з однорідними умовами. Класифікаційна процедура рослинних угруповань відповідала еколого-флористичним підходам школи Браун-Бланке [32]. Синтаксони подано відповідно до сучасних фітосинтаксономічних оглядів [41]. Наукові назви видів використовуються відповідно до Міжнародного індексу назв рослин [36].

Результати досліджень та їх обговорення

Флора макрофітів озера (з урахуванням власних і літературних даних) досить різноманітна і представлена 49 видами (таблиця). Це два види макроскопічних водоростей (*Aegagropila linnaei* та *Chara delicatula*) та 47 видів судинних рослин.

Переважає бореальний елемент (60 %), третину списку складають євро-сибірські та євро-азійські види. Частка космополітів становить 18 % флористичного списку. В еколого-біологічному відношенні переважають укорінені занурені гідрофіти (38 %), що і є характерною рисою макрофітного поясу таких озер. Загалом гідрофіти представлені 30 видами (61 %): неукорінені гідатофіти — 3 види; укорінені гідатофіти — 5 видів; неукорінені занурені в товщу води гідрофіти — 3 види; укорінені занурені в товщу води гідрофіти — 19 видів. Гелофіти (повітряно-водні рослини) — 19 видів (39 %).

Половину загального видового списку складають представники лімnofільного оліго-мезотрофного комплексу (див. таблицю). Облігатними оліготрофами є лише три види: *Chara delicatula*, *Aegagropila linnaei*, *Isoetes lacustris*. Види, типові для оліго-мезотрофних озер слабо-помірної лужності — *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *Isoetes lacustris*, *Utricularia vulgaris*; вони відображають особливості макрофітів озер Північної Європи [40, 44]. Лише 20 % флористичного списку — види, трофічні переваги яких знаходяться в межах евтрофних умов.

До раритетної складової можна віднести 10 видів (20 %). *Chara delicatula*, *Isoetes lacustris* — види, які внесено до списків Червоної книги України [16]. Рідкісними є *Calla palustris*, *Ceratophyllum submersum*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton compressus*, *P. gramineus* (види, що знаходяться під загрозою (С3) «Червоного списку макрофітів України») [14]. *Ceratophyllum submersum*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton friesii*, *P. praelongus* розглядаються низкою авторів як регіонально рідкісні Рівненської області [10, 25]. *Potamogeton praelongus*, *P. friesii* є особливо рідкісними, характеризуються одиничними локалітетами та невисокою чисельністю популяцій; статус рідкісних, із незадовільним потенціалом відновлюваності мають також угруповання з домінуванням цих видів [10]. *Nymphaea candida* — вид, який у межах області формує малочисельні популяції, з низькою ценотичною активністю [6].

Таблиця

Загальна характеристика флори макрофітів оз. Білого

№ п/п	Види	Географічний статус*		Трофічні преференції**	Індикаційний статус***	Присутність виду/ частота трапляння****		
		а	б			літературні дані (2000—2008 рр.)	літературні дані (2010—2012 рр.)	власні дані (2017—2024 рр.)
1.	<i>Acorus calamus</i> L.	BM	ci	me-eu	<i>i</i>	/0		+1
2.	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	PL	euras	me-eu	<i>i</i>	[2]/2		+2
3.	<i>Aegagropila linnaei</i> Kütz.	BT	euram	ol	<i>s</i>	[18] /3	[35]	+2
4.	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	PL	euras	me-eu	<i>i</i>	/0		+1
5.	<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach	BsM	euras	eu	<i>t</i>	[18]/1		+4
6.	<i>Batrachium trichophyllum</i> (Chaix) Bosch	PL	ci	ol-me	<i>s</i>	[18]/3	[35]	–/0
7.	<i>Butomus umbellatus</i> L.	BM	euras	me	<i>i</i>	/0		+2
8.	<i>Calla palustris</i> L.	BT	ci	me	<i>i</i>	/0		+1
9.	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	PL	cosm	eu	<i>t</i>	/0	[20]	+3
10.	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	BsM	euras	ol-me	<i>s</i>	[18]/3		–/0
11.	<i>Chara delicatula</i> C. Agardh	BT	euram	ol	<i>s</i>	[18, 19]/4	[5,35]	+4
12.	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	BM	ci	ol-me	<i>s</i>	[18]/2		+2
13.	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	BM	ci	me	<i>i</i>	[18]/4	[10]	+4
14.	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	PL	cosm	me-eu	<i>i</i>	[18]/3	[35]	+2

Продовження табл.

№ п/п	Види	Географічний статус*		Трофічні преференції**	Індикаційний статус***	Присутність виду/ частота трапляння****		
		а	б			літературні дані (2000—2008 рр.)	літературні дані (2010—2012 рр.)	власні дані (2017—2024 рр.)
15.	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	BM	ci	ol-me	s	[18]/1		–/0
16.	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	PL	ci	me	s	/0		+1
17.	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	BsM	ci	me-eu	i	[18]/1		+1
18.	<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L.	BM	euras	me	i	[2, 18]/2		+1
19.	<i>Isoetes lacustris</i> L.	BT	euram	ol	s	[2, 18]/4	[5, 10]	+4
20.	<i>Lemna minor</i> L.	PL	cosm	eu	t	[18]/1		+1
21.	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	PL	ci	eu	t	[18]/4	[5, 35]	+4
22.	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.	BM	ci	me	i	[2]/1		+1
23.	<i>Nymphaea candida</i> Presl.	BT	eursib	me	i	[18]/4	[5]	+2
24.	<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	TM	euras	me-eu	i	/0		+2
25.	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	BM	ci	me	i	[18]/4	[5]	+2
26.	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	PL	cosm	eu	t	[2, 18]/4	[5]	+4
27.	<i>Potamogeton acutifolius</i> J. Presl & C. Presl	BsM	eur	me	i	0		+1
28.	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	BM	ci	me	i	[18]/2		+1
29.	<i>Potamogeton compressus</i> L.	BsM	ci	me-eu	i	/0		+1

Продовження табл.

№ п/п	Види	Географічний статус*		Трофічні преференції**	Інди-каційний статус***	Присутність виду/ частота трапляння****		
		а	б			літературні дані (2000—2008 рр.)	літературні дані (2010—2012 рр.)	власні дані (2017—2024 рр.)
30.	<i>Potamogeton crispus</i> L.	PL	cosm	me-eu	<i>i</i>	[18]/1		+2
31.	<i>Potamogeton friesii</i> Rupr.	BsT	ci	me	<i>i</i>	[18]/1	[10]	+1
32.	<i>Potamogeton gramineus</i> L.	TM	ci	me	<i>s</i>	[18]/4	[5, 35]	+4
33.	<i>Potamogeton lucens</i> L.	BM	ci	me	<i>i</i>	/0	[20]	+1
34.	<i>Potamogeton natans</i> L.	BM	ci	me-eu	<i>i</i>	[18]/1		+3
35.	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	PL	cosm	me	<i>i</i>	[18]/3		+3
36.	<i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen	BsM	ci	me	<i>i</i>	[18]/3	[10, 35]	+1
37.	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	PL	cosm	me-eu	<i>i</i>	[18]/4	[5]	+3
38.	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	BsM	eursib	me-eu	<i>i</i>	[18]/1		+1
39.	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	PL	euras	me	<i>i</i>	/0		+1
40.	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	BM	ci	me	<i>i</i>	[2, 18]/4	[5, 20]	+4
41.	<i>Sium latifolium</i> L.	TsM	euras	me-eu	<i>i</i>	/0		+1
42.	<i>Sparganium emersum</i> Rehmann	BM	ci	me	<i>i</i>	/0		+1
43.	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	PL	ci	eu	<i>t</i>	[19]/3		+1
44.	<i>Stratiotes aloides</i> L.	BsM	eursib	me-eu	<i>i</i>	[19] /2	[35]	+2

Продовження табл.

№ п/п	Види	Географічний статус*		Трофічні преференції**	Інди-каційний статус***	Присутність виду/ частота трапляння****		
		а	б			літературні дані (2000—2008 рр.)	літературні дані (2010—2012 рр.)	власні дані (2017—2024 рр.)
45.	<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	PL	cosm	eu	<i>t</i>	/0	[20]	+/4
46.	<i>Thelypteris palustris</i> Schott	BM	ci	eu	<i>t</i>	/0		+/1
47.	<i>Typha angustifolia</i> L.	TsM	cosm	eu	<i>t</i>	/0	[20]	+/3
48.	<i>Typha latifolia</i> L.	BM	ci	eu	<i>t</i>	[2]/4	[21]	+/4
49.	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	BM	ci	me-eu	<i>i</i>	[2, 19]/2		-/0
	Всього					33	21	45

Примітка. * Географічний статус: а) у зональному відношенні — PL — північно-субмеридіональний; BT — борео-температний; BM — борео-меридіональний; BsM — борео-субмеридіонально-меридіональний; б) у регіональному відношенні — cosm — космополітний; eursib — євросибірський; ci — циркумполярний; eugam — європейсько-північноамериканський; euras — євразійський; eur — європейський. ** Трофічні преференції (вид надає перевагу оселищам): ol — оліготрофним, ol-me — оліго-мезотрофним, me — мезотрофним, me-eu — мезотрофно-евтрофним, eu — евтрофним. *** Відповідно до трофічних преференцій виду були прийняті наступні показники (за [42]): *s* — вид чутливий до антропогенного евтрофування, *i* — індіферентний (байдужий), *t* — толерантний. **** 0 — вид не наводиться; 1 — трапляється зрідка; 2 — зустрічається спорадично; 3 — вид звичайний; 4 — вид масовий. «+» — вид знайдено; «-» — вид не знайдено.

На водоймі відмічений лише один вид чужорідних макрофітів — *Elo-dea canadensis* — типовий компонент заростей, проте помітної ценотичної ролі не відіграє.

Флористичний список макрофітів озера початку ХХІ ст. (2000—2008 рр.) містить 33 види (див. таблицю) і більше половини його (18 видів — 55 %) — види-індикатори оліго-мезотрофних умов, чутливі до антропогенного евтрофування. Список 2010—2015 рр. неповний (всі джерела цього періоду носять дотичний характер) і налічує лише 21 вид. Проте слід звернути увагу на працю [20], в якій уперше згадується про наявність на мілководдях озера *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton lucens*, *Stuckenia pectinata*, *Typha angustifolia* — видів, відсутніх у попередньому списку [18]. Нові знахідки — види толерантні або індиферентні до антропогенного евтрофування.

Список, створений за результатами сучасних польових обстежень, містить 45 видів: присутність чотирьох макрофітів, відмічених О. Орловим [18] (*Batrachium trichophyllum*, *Equisetum fluviatile*, *Utricularia vulgaris*, *Ceratophyllum submersum*) ми не підтвердили, натомість наводимо 12 нових. Усі відсутні види є індикаторами води високої якості та рідкісними [10, 11, 14]. І якщо перші три види траплялися на озері поодинокі, то *Ceratophyllum submersum* — вид, який ще 15 років тому був звичним компонентом зони заростей [18]. Шість видів — *Fontinalis antipyretica*, *Potamogeton acutifolius*, *P. compressus*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia* — розглядаємо як нові знахідки для водойми. Усі вони — індиферентні до антропогенного евтрофування [42].

Порівнюючи флористичні списки за екологічними перевагами видів (рис. 1) зазначимо, що за 25-річний період значно зросла кількість видів евтрофного комплексу (з 6 видів до 10) та індиферентних до умов середовища (з 18 до 30). Натомість скоротилася (з 8 до 5) кількість стенобіонтних видів, чутливих до антропогенного евтрофування.

Водні макрофіти формують типовий екологічний профіль у заростанні водойми, в якому представлені усі звичайні для водної рослинності пояси, притаманні водоймам такого типу (рис. 2, а). На ділянках, де присутня рекреація (відбувається купання відпочиваючих), звичний екологічний профіль порушується (рис. 2, б): на глибинах, доступних для заходу у воду відпочивальників — 0,0—1,0 м — зарості макрофітів відсутні або розріджені до одиноких екземплярів і представлені ценозами *Stuckenia pectinata*, *Myriophyllum spicatum*.

Незважаючи на багатий флористичний склад, видів, ценотична роль яких помітна, на водоймі небагато. Переважну більшість складають види, які трапляються поодинокі або спорадично. О. Орлов і співавтори [18] класифікують на мілководдях дев'ять угруповань рангу асоціації: *Charetum delicatulae* Doll 1989, *Isoëtetum lacustris* Szańkowski et Kłosowski ex Čtvrtlíková et Chytrý in Chytrý 2011, *Potametum graminei* Lang 1967, *Myriophylletum spicati* Soó 1927, *Nymphaeetum candidae* Miljan 1958, *Polygone-tum amphibii* Soó 1927, *Scirpetum lacustris* Schmale 1939, *Phragmitetum aust-*

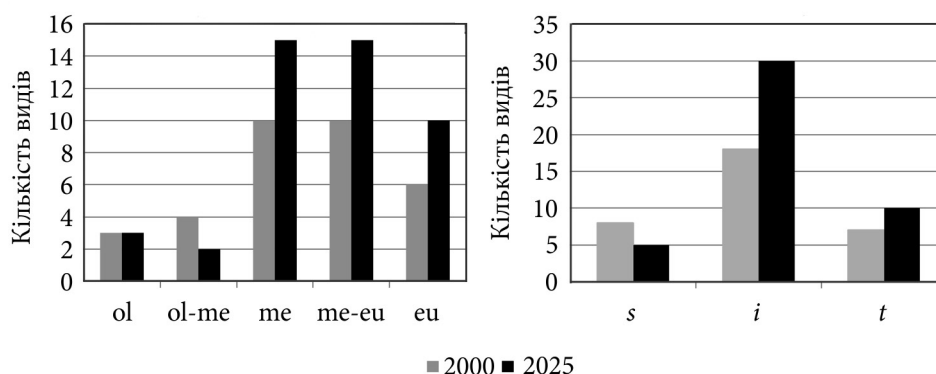


Рис. 1. Динаміка кількості видів з різними трофічними преференціями та індикаторним статусом в оз. Білому у різні роки: ol — оліготрофні; ol-me — оліго-мезотрофні; me — мезотрофні; me-eu — мезотрофно-евтрофні; eu — евтрофні; s — види, чутливі до антропогенного евтрофування; i — індіферентні (байдужі); t — толерантні

ralis Savič 1926, Chouard 1924, *Eleocharitetum palustris* Savii 1926 та як окреме угруповання — *com. Potametum pusilli*. Асоціацію *Potametum pusilli* Soó 1927 для оз. Білого наводить В. Онищенко [17].

РСА-ординація (рис. 3) відображає просторовий розподіл макрофітів озера за їх частотою трапляння у 2009 та 2024 рр. Кожна точка на графіку — окремий вид, позиція якого визначена координатами за першими двома головними компонентами (PC1 та PC2). І хоча більшість видів проявляє стабільність щодо своєї фітоценотичної ролі у водоймі, *Batrachium trichophyllum*, *Ceratophyllum submersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton praelongus* та *Utricularia vulgaris* — види з сильним падінням частоти. А *Stuckenia pectinata* та *Ceratophyllum demersum* — види, роль яких за період дослідження зросла найбільше: це не лише нові вселенці, сьогодні вони є ценозоутворювачами. Відповідно, у сучасній рослинності озера класифікується ще дві додаткові асоціації: *Ceratophylletum demersi* Corillion 1957 та *Potametum pectinati* Carstensen ex Hilbig 1971. Також ми виділяємо ще один тип угруповання — *Potameto perfoliati-Charetum*, які широко представлені на сучасних мілководдях озера (глибини 1,0—1,5 м).

Ценотична роль *Chara delicatula*, *Potamogeton gramineus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Eleocharis palustris*, *Myriophyllum spicatum*, *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha latifolia* не змінилася і ці види ми розглядаємо як стабільні (див. рис. 2).

Зарості *Persicaria amphibia*, *Nymphaea candida*, які 15 років тому утворювали власні угруповання рангу асоціацій [18], сьогодні представлені поодинокими екземплярами чи куртинами. Натомість *Potamogeton natans*, вид, який з'являється на ранній стадії початку процесів евтрофікації [28], сьогодні є звичним компонентом заростей. Звичним компонентом сучасної зони заростей озера є також угруповання за участю *Potamogeton*

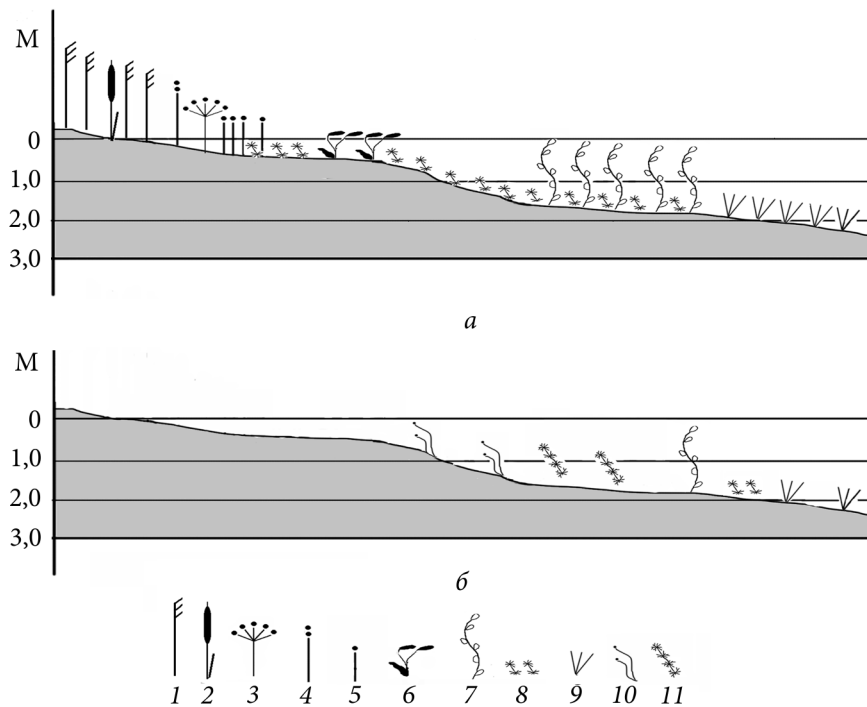


Рис. 2. Поперечний профіль заростей макрофітів літоралі оз. Білого на ділянці, де рекреація відсутня (а) та на мілководдях, де купаються рекреанти (б): 1 — *Phragmites australis*; 2 — *Typha latifolia*; 3 — *Butomus umbellatus*; 4 — *Schoenoplectus lacustris*; 5 — *Eleocharis palustris*; 6 — *Potamogeton gramineus*; 7 — *Potamogeton perfoliatus*; 8 — *Chara delicatula*; 9 — *Isoetes lacustris*; 10 — *Stuckenia pectinata*; 11 — *Ceratophyllum demersum*

pusillus, відмічені нами зі східної та південно-східної частини узбережжя. Цей вид також розглядають як індикатор процесів евтрофікації [14].

Згідно наших спостережень, суттєво знизилася ценотична роль *Aegagropila linnaei* та *Isoetes lacustris*. За останні 50 років спостерігається тенденція до різкого зменшення кількості особин цих видів та скорочення чисельності природних популяцій [4, 29]. *Isoetes lacustris* — бореальний реліктовий вид на південній межі ареалу [14]. У оз. Білому формує щільні монодомінантні угруповання з проективним покриттям ґрунту до 90 % на глибинах понад 1,0 м, утворюючи смугу заростей майже по периметру озера. Спорадично тут трапляються *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton natans*. Під час обстежень у 2014 р. вид був масовим у наносах. Угруповання ас. *Isoetetum lacustris* під час наших досліджень відмічалися лише на глибинах більше 1,2 м, тоді як у літературі [2] знаходимо відомості про зростання цих ценозів на глибині 0,5—1,0 м, де вони утворювали смугу завширшки до 1,5 м. О. Орлов і співавтори [18] вказують на значну роль *Batrachium trichophyllum* та *Ceratophyllum submersum* в даних фітоценозах два десятки років тому (від 3 до 15—20 %). Відсутність цих видів у сучасному рослинному покриві

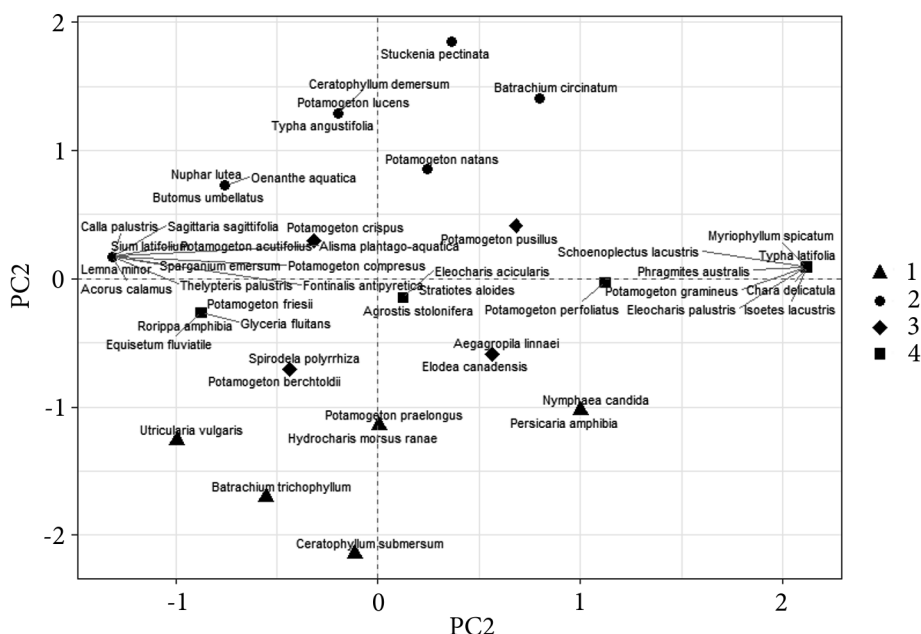


Рис. 3. Ретроспективний аналіз ценотичної ролі окремих видів: 1 — вид не фіксується, або відбулося значне зменшення його ценотичної активності (≤ 2 бали); 2 — частота трапляння зростає (≥ 2 бали, або з'явився новий вид); 3 — зміна незначна, але не підпадає під інші категорії; 4 — ценотична роль/частота трапляння однакові у 2009 і 2024 рр. Розшифровка шкали трапляння — у розділі «Матеріал і методика досліджень»

мілководь озера може свідчити про підвищення трофічного статусу водойми.

Зазначимо, що посилення ценотичної ролі *Ceratophyllum demersum* і *Potamogeton natans* під час процесу евтрофікації призводить до пригнічення оліготрофних видів макрофітів [28]. Внаслідок антропогенної евтрофікації мезо- та евтрофні види колонізують озеро, змінюючи характер водної макрофітної флори порівняно з історичним озером [30]. Отже, ймовірно є подальша елімінація оліготрофного компоненту, насамперед заростей *Isoetes lacustris*.

Висновки

Сучасне флористичне багатство макрофітів літоралі оз. Білого відображає особливості природних оліго-мезотрофних бореальних озер Європи. Проте за останні двадцять п'ять років намітилися тенденції до перебудови макрофітної флористичної та фітоценотичної структури мілководь. Флористичний склад макрофітів збагатився завдяки еврібіонтним видам; майже вдвічі зросла кількість видів, індиферентних до умов середовища, натомість на 40 % скоротилася кількість стенобіонтних видів, чутливих до антропогенного евтрофування. Зросла ценотична роль видів-індикаторів антропогенного евтрофування (у *Stuckenia pectinata* та

Ceratophyllum demersum від відсутності виду на мілководдях озера у 2000 р. до формування окремих ценозів рангу асоціації у 2025 р.).

На ділянках з рекреаційним навантаженням відбувається деградація рослинних комплексів, яка проявляється у зменшенні щільності заростей аж до повного їх зникнення внаслідок прямого витоптування людьми. Спостерігається часткова чи повна елімінація видів — облігатних оліготрофів чи оліго-мезотрофів (*Chara delicatula*, *Isoetes lacustris* значно скоротили свою ценотичну активність, *Ceratophyllum submersum*, *Batrachium trichophyllum* — не фіксуються на водоймі).

Подальший розвиток рекреаційної інфраструктури на берегах озера Білого без урахування екологічних обмежень може призвести до погіршення якості води та втрати рекреаційної привабливості водойми.

Список використаної літератури

1. Андрієнко Т.Л. Рівненський ПЗ // Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 1: Біосферні заповідники. Природні заповідники. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. С. 313—324.
2. Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. Рівненський природний заповідник // Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона / під заг. ред. Т.Л. Андрієнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. С. 140—152.
3. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. Киев: Наук. думка, 1983. 206 с.
4. Березовська В.Ю. *Aegagropila linnaei* Kütz. (Chlorophyta), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L. Vis et Necchi (Rhodophyta) та *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (Charophyta) — кандидати на включення до Червоної книги України. *Algologia*. 2022. Т. 32, № 3. С. 207—223. DOI: 10.15407/alg32.03.207
5. Важливі рослинні території України / за ред. В.А. Онищенка. Київ: Альтерпрес, 2017. 376 с.
6. Володимирець В.О. Доповнення до списку видів флори, що підлягають регіональній охороні на території Рівненської області. *Вісник НУВГП: зб. наук. праць*. 2012. № 2 (58). С. 130—143.
7. Волошинова Н.О., Бачук В.А., Грищенко Ю.М. Заповідний край лісів, боліт, озер. Рівне: Рівненська друкарня, 2007. С. 57—58.
8. Гопчак І.В., Яковишина М.С. Рекреаційна ємність прибережної смуги Білого озера у басейні малої річки Березина Рівненського природного заповідника. *Вісник НУВГП. Сер.: Технічні науки*. 2019. № 3 (87). С. 39—53.
9. Гопчак І.В., Яковишина М.С. Вплив рекреаційного навантаження на екосистеми Білоозерського масиву Рівненського природного заповідника. *Вісник НУВГП. Сер.: Сільськогосп. науки*. 2020. № 2 (90). С. 3—15. <https://doi.org/10.31713/vs220201>
10. Гроховська Ю.Р., Володимирець В.О., Кононцев С.В. Раритетні види та угруповання вищих водних і прибережно-водних рослин Рівненської області. *Там само*. 2013. № 2. С. 182—197.
11. Гроховская Ю.Р., Володимирець В.А. Особенности видового состава гидрофильной флоры Ровенской области Украины. *Фиторазнообразия Восточной Европы*. 2015. Т. 9, № 2. С. 32—44.
12. Карпова Г.О., Зуб Л.М. Негативна трансформація макрофітної рослинності озера Світязь в умовах посилення рекреаційного навантаження. *Озера та штучні водойми України: сучасний стан й антропогенні зміни: Матеріали Першої міжнар. наук.- практ. конф.* Луцьк: Вежа, 2008. С. 312.
13. Клименко О.М., Петрук А.М. Екологічна оцінка якості води Білого озера. *Вісник НУВГП. Сер.: Сільськогосп. науки*. 2011. № 2 (54). С. 103—111.

14. Макрофиты — индикаторы изменений природной среды // Дубына Д. В., Гейны С., Гроудова З., Стойко С. М. и др. К. : Наук. думка, 1993. 434 с.
15. Московець І., Коробчук Л. Геоecологічний аналіз трансформації природних комплексів озера Білого та його водозбору. *Вісн. КрНУ ім. Михайла Остроградського*. 2023. № 2 (139). С. 55—60.
16. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів № 111 від 15.02.2021 «Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ)». URL.: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text> (дата звернення: 11.03.2025).
17. Онищенко В.А., Андрієнко Т.Л., Прядко О.І. Рослинність Білоозерської ділянки Рівненського Природного заповідника. *Біологічні системи*. 2016. Т. 8. № 1. С. 98—107.
18. Орлов О.О., Якушенко Д.М., Борисова О.В. Синтаксономія рослинності озера Біле (Рівненський природний заповідник). Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 10-річчю Рівненського природного заповідника (м. Сарни, 11—13 черв. 2009 р.). Рівне, 2009. С. 258—266.
19. Паламарь-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М. Charales Волинського Полесья (Україна). *Альгологія*. 2004. Т. 14, № 2. С. 178—184.
20. Петрук А.М. Дослідження специфічних показників токсичної та радіаційної дії водної екосистеми озера Білого. *Вісник НУВГП. Сер.: Сільськогосп. науки*. 2013. № 4. С. 101—111.
21. Покровская Т. Н., Миронова Н.Я., Шилькрот Г.С. Макрофитні озера і їх евтрофування. Москва: Наука, 1983. 152 с.
22. Попадинець А.М., Сяська І.О. Біоіндикаційна оцінка якості води озера Біле // Матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених «Наука, освіта, суспільство очима молодих» (19 трав. 2023 р., м. Рівне). Рівне, 2023. С. 74.
23. Шукель І.В. Рекреаційне освоєння прибережної смуги озера Біле у Рівненському природному заповіднику. *Наук. Вісник НЛТУ України*. 2011. № 21.16. С. 339—343.
24. Шукель І.В., Дида А.П., Бачук В.А. Проблеми рекреаційного освоєння прибережної смуги озера Біле Рівненського природного заповідника. *Проблеми урбоекології та фітомеліорації*. 2003. № 13.5. С. 38—44.
25. Юсковець М.П. Раритетна компонента флори як індикатор стану природних ресурсів Рівненського Природного заповідника. Наукові основи збереження біотичної різноманітності: Матеріали III (XIV) Міжнар. наук. конф. молодих учених (Львів, 15—16 жовт. 2019 р.). Львів: Простір-М, 2019. С. 97—99.
26. Alahuhta J., Rosbakh S., Chepinoga V. et al. Environmental determinants of lake macrophyte communities in Baikal Siberia. *Aquat Sci*. 2020. Vol. 82 (39). <https://doi.org/10.1007/s00027-020-0710-8>
27. Arts G.H.P. Deterioration of Atlantic soft water macrophyte communities by acidification, eutrophication and alkalisation. *Aquatic Botany*. 2002. Vol. 73. 373—393. [10.1016/S0304-3770\(02\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(02)00031-1).
28. Arts G.H.P., Den Hartog C. Phytogeographical aspects of the west European soft water macrophyte flora. *Acta Bot. Neerl*. 1990. Vol. 39. P. 369—378
29. Azzella M.M., Vecchia A.D., Abeli T. et al. Global assessment of aquatic *Isoëtes* species ecology. *Freshwater Biology*. 2024. Vol. 69, P. 1420—1437. <https://doi.org/10.1111/fwb.14316>
30. Baastrup-Spohr L., Kragh T., Petersen K. et al. Remarkable richness of aquatic macrophytes in 3-years old re-established Lake Fil, Denmark. *Ecol. Engineer*. 2016. Vol. 95. P. 375—383. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.081>.

31. Beck M., Hatch L., Vondracek B., Valley R. Development of a macrophyte-based index of biotic integrity for Minnesota lakes. *Ecological Indicators*. 2010. Vol. 10 (5). P. 968—979 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.02.006>.
32. Braun-Blanquet J. Fitosociologia bases para el estudio de las cominidades vegetales. H. Blume, Madrid. 1979.
33. Bornette G., Puijalon S. Response of aquatic plants to abiotic factors: A review. *Aquat. Sci.* 2011. Vol. 73. DOI: 10.1007/s00027-010-0162-7
34. Carbiener R., Tremolieres M., Mercier J.L., Ortscheit A. Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream waters (Upper Rhine plain, Alsace). *Vegetatio*. 1990. Vol. 86. P. 71—88. <https://doi.org/10.1007/BF00045135>
35. Iakushenko D., Borysova O. Plant communities of the class Charetea Fukarek ex Krausch 1964 in Ukraine: an overview. *Biodiversity: Research and Conservation*. 2012. Vol. 25. P. 75—82.
36. International plant names index. URL: <https://www.ipni.org> (дата звернення: 18.04.2025).
37. Jeppesen E., Søndergaard M., Søndergaard M., Christoffersen K. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. *Ecological Studies*. Springer, New York, USA. 1998.
38. Horppila J., Nurminen L. Effects of submerged macrophytes on sediment resuspension and internal phosphorus loading in Lake Hiidenvesi (southern Finland). *Water Research*. 2003. Vol. 37 (18). P. 4468—4474. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(03\)00405-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00405-6).
39. Martyniuk V., Korbutiak V., Hopchak I. et al. Methodology for assessing the geo-ecological state of landscape-lake systems and their cartographic modelling (based on the case study of Lake Bile, Rivne Nature Reserve, Ukraine). *Baltica*. 2023. Vol. 36 (1). P. 13—29. DOI: <https://doi.org/10.5200/baltica.2023.1.2>
40. Murphy K.J. Plant communities and plant diversity in softwater lakes of Northern Europe. *Aquat Bot.* 2002. Vol. 73 (4). P. 287—324.
41. Mucina L., Bultmann H., Dierssen K. et. al. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl. Veg. Sci.* 2016. Vol. 19, N 1. P. 3—264
42. Penning W.E., Mjelde M., Dudley B. Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic. Ecol.* 2008. Vol. 42, N 2. P. 237—251. <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9182-y>
43. Szoszkiewicz K., Ciecierska H., Kolada A. et al. Parameters structuring macrophyte communities in rivers and lakes — results from a case study in North-Central Poland. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2014. Vol. 415. DOI: 10.1051/kmae/2014034
44. Van den Berg M.S. Achtergrondrapportage referenties en maatlatten waterflora. Rapportage van de expertgroepen macrofyten en fytoplankton. STOWA report. 2004.
45. Xian L., Ochieng W.A., Muthui S.W. et al. The above-ground part of submerged macrophytes plays an important role in ammonium utilization. *Front Plant Sci.* 2022. Vol. 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.865578.

Надійшла 12.06.2025

L.M. Zub, PhD (Biol.), Senior Researcher, Head of the Laboratory,
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,
e-mail: lesyazub2@gmail.com
ORCID 0000-0003-4539-080X

Ya.I. Krylov, PhD (Agr. Sci.), Junior Researcher,
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,
e-mail: yaroslav_1990_r@meta.ua
ORCID 0000-0003-1958-3368

M.S. Prokopuk, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,
e-mail: maryanaprokopuk406@gmail.com
ORCID 0000-0001-7739-0068

MACROPHYTES OF LAKE BILE (THE RIVNE NATURE RESERVE):
A 25-YEAR ANALYSIS

The paper is dealt with the study of the diversity of macrophytes in Lake Bile and assessment of changes over the past 25 years. Significant qualitative and quantitative transformations in the structure of plant communities were observed in the areas subject to recreational use. It has been found that the share of eutrophication-tolerant species in the macrophyte flora of the lake is increasing, while the number and cenotic role of taxa sensitive to the disturbance of natural conditions are decreasing. The results highlight the need for conservation measures to preserve the ecosystem of Lake Bile.

Keywords: *macrophytes, oligo-mesotrophic lakes, Lake Bile, cenotic role of macrophytes.*