

ЩЕРБАК В.І. (<https://orcid.org/0000-0002-1237-6465>)

СЕМЕНЮК Н.Є. (<https://orcid.org/0000-0003-4447-3507>)

ДАВИДОВ О.А. * (<https://orcid.org/0009-0004-2381-723X>)

КОЗІЙЧУК Е.Ш. (<https://orcid.org/0009-0002-5762-938X>)

Інститут гідробіології НАН України,

просп. Володимира Івасюка, 12, Київ 04210, Україна

* Адреса для листування: davydovoleg01@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ БІОТОПІЧНОЇ ПРИУРОЧЕНОСТІ ВОДОРОСТЕЙ ВОДНОЇ ТОВЩІ ПРІСНОВОДНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМ РІЗНОГО ТИПУ

Реферат. Аналіз біотопічної приуроченості 455 видів (467 ввт) водоростей водної товщі різнотипних лотичних, лентичних і перехідних екосистем України показав, що найбільшу частку флористичного спектра *Cyanobacteria* складають планктонні форми, *Bacillariophyta* — бентосні та планктонно-бентосні форми, а серед *Chlorophyta* переважають планктонно-бентосні форми. Встановлено, що флористичні спектри водоростей товщі води суттєво відрізняються за різними типами гідроекосистем. Так, частку планктонних форм серед представників різних відділів у товщі води можна представити як ранжирувані ряди: *Cyanobacteria*: лентичні > перехідні > лотичні екосистеми; *Bacillariophyta*: перехідні > лотичні > лентичні екосистеми; *Chlorophyta*: лентичні > лотичні > перехідні екосистеми. Встановлені відмінності визначалися комплексним впливом на водорості як абіотичних, так і біотичних чинників. Водночас один і той самий вид водоростей у процесі вегетації може змінювати біотопічну приуроченість і в різні сезони року перебувати в планктоні, нейстоні, мікрофітобентосі

Надійшла до редакції 09.04.2025. Після доопрацювання 28.04.2025. Підписана до друку 30.04.2025.

Опублікована 10.06.2025

Ц и т у в а н н я . Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш. 2025. Особливості біотопічної приуроченості водоростей водної товщі прісноводних гідроекосистем різного типу. *Альгологія*. 35(2): 104–127. <https://doi.org/10.15407/alg35.02.104>

This is open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

та фітоепіфітоні. Очевидно, що тип біотопічної приуроченості — це прояв адаптаційних механізмів конкретного виду, але ці складні питання потребують подальших комплексних досліджень альгологів, гідробіологів і фізіологів рослин. Результати сапробіологічного аналізу свідчать про те, що незалежно від біотопічної приуроченості водорості товщі води є досить інформативними індикаторами якості водного середовища в досліджених різнотипних гідроекосистемах і ступеня антропогенного впливу на них. У цілому аналіз співвідношення водоростей водної товщі за біотопічною приуроченістю, сапробністю та абіотичних чинників, що їх визначають у лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистемах, є актуальним питанням сьогодення.

Ключові слова: водорості водної товщі, біотопічна приуроченість, планктонні форми, бентосні форми, сапробність, лотичні, лентичні, перехідні екосистеми

Вступ

Гідрографічна мережа України — це сукупність водних екосистем різних типів, серед яких за гідроморфологічними й гідрологічними характеристиками можна виділити лотичні (водотоки), лентичні (водойми) та перехідні (екотони — акваторії з контактними зонами різних гідрофронтів).

Відомо, що незалежно від типу гідроекосистем, провідна роль в енергетичних, біологічних, екологічних та гідрохімічних процесах формування якості водних мас належить водоростевим угрупованням водної товщі, які традиційно відносяться до фітопланктону. Згідно з методичним підходом, застосованим у дослідженнях, до фітопланктону відносили всі водорості, які на момент відбору проб знаходились у водній товщі — від поверхневих до придонних горизонтів (Shcherbak, 2002, 2006).

В Україні різні школи альгологів традиційно більше уваги приділяли вивченню таксономічного складу фітопланктону. Водночас біотопічні характеристики водоростей водної товщі в гідроекосистемах різних типів залишаються недостатньо вивченими.

Поряд з цими незаперечними здобутками є й розроблені Тінеманом (Thienemann, 1942) біоценотичні принципи, суть яких полягає в тому, що чим різноманітніші умови існування живого організму в біотопі (у даному випадку водна товща) з відповідним гідрологічним, гідрохімічним, термічним, світловим тощо режимом, тим більше видів вегетує в даному біоценозі, яким у нашому випадку є фітопланктон.

Зауважимо, що поряд з цими абіотичними чинниками для забезпечення життєздатності у водоростей різних систематичних відділів існують механізми біологічної адаптації, які дозволяють їм знаходитись у водній товщі (різнотипні шипи, промені, вирости, вакуолі, накопичення

клітинами запасних речовин у вигляді олій, збільшення співвідношення поверхня клітини — об'єм (S/V) тощо). В основному цей комплекс абіотичних і біотичних складових й визначає біотопічну приуроченість конкретного виду водоростей. В історичному аспекті біотопічна приуроченість виду традиційно визначалася за результатами його знахідок у певному біотопі.

Найбільш детально біотопічна приуроченість разом з іншими екологічними характеристиками узагальнена в роботах Барінової (Barinova et al., 2006, 2019), згідно з якими нині виділяються три основні групи: планктонні, бентосні й планктонно-бентосні. Цей методичний підхід і було використано в нашій роботі. Відзначимо, що є різні підходи (Torachevskiy, Oksiyuk, 1960; Torachevskiy, Masyuk, 1984; Oksiyuk et al., 2009). На наш погляд, особливу увагу й дискусію викликає об'єднання типово бентосних і перифітонних водоростей в одну екологічну групу. Хоча зазвичай водорості різних екологічних груп мають відповідні адаптаційні пристосування до існування як на м'якому, так і твердому субстратах (Passy, 2007; Oksiyuk et al., 2009; Semeniuk, 2020).

Аналіз результатів багаторічних оригінальних досліджень, коли паралельно з одного локалітету відбиралися проби фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону (Shcherbak et al., 2023a, b, 2024a, b), показав, що найбільшою подібністю за родинним (τ') і родовим (τ'') коефіцієнтами Кендела та подібністю видового складу (коефіцієнт Серенсена) характеризувалися водоростеві угруповання фітообростань (фітоепіфітон) і на дні (мікрофітобентос). Тому вважаємо, що поряд із запропонованим Баріною терміном «планктонно-бентосні форми» (Barinova et al., 2019) правомірно використовувати поняття «контурні угруповання» (Zaytsev, 2015; Shcherbak et al., 2024a, b), що значною мірою притаманне тим видам водоростей, які зазвичай приурочені до мешкання на м'якому чи твердому субстраті.

Проте це дискусійні питання, які потребують подальших комплексних досліджень, зважаючи на те, що існує ще й наземна альгофлора (Vinogradova et al., 2004; Vinogradova, Darienko, 2008), а їхня взаємодія в контексті «наземна альгофлора $\leftrightarrow$ водна альгофлора», особливо встановлення чинників, які це визначають, залишаються «білою плямою» в сучасній альгології та гідробіології. Наприклад, залишається дискусійним питання щодо існування географічних обмежень у розселенні водоростей (Finlay, 2002; Soininen et al., 2016; Yuryshynets et al., 2024).

В іноземній літературі поділ водоростей на групи за різними біологічними (не таксономічними) ознаками називається «деконструктивним підходом». Відомо, що біологічні ознаки (наприклад, життєва форма,

тип живлення, біотопічна приуроченість до планктону чи бентосу тощо) можуть впливати на здатність видів до розселення, а також на біотичні взаємодії всередині локального водоростевого угруповання (Passy, 2007; Rimet, Bouchez, 2011; Wetzel et al., 2012).

Отже, мета даної роботи — проаналізувати біотопічну приуроченість водоростей водної товщі лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистем, встановити особливості співвідношення форм з різною біотопічною приуроченістю серед провідних відділів (*Cyanobacteria*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*) та оцінити якість води за їхніми сапробіологічними характеристиками у гідроекосистемах з різним рівнем антропогенного навантаження.

Матеріали та методи

В роботі представлені результати аналізу та узагальнення багаторічних оригінальних даних, отриманих при дослідженні водоростей планктону в лотичних гідроекосистемах Верхньої Прип'яті з допливами рік Стохід і Коростянка (Shcherbak et al., 2011) та транскордонної ділянки р. Західний Буг з 15 допливами (Shcherbak et al., 2024a, b), лентичних — низці ставів міської агломерації м. Гостомель (Shcherbak, Semeniuk, 2023) і великих придунайських озерах (Shcherbak et al., 2023c) та перехідних — аква-ландшафтах Національного парку «Нижняосульський» (Shcherbak et al., 2014) і Канівському вдсх (Shcherbak et al., 2023a, b).

Детальну характеристику таксономічного різноманіття фітопланктону згідно до сучасної номенклатури (Guiry, Guiry, 2023) на різних щаблях систематичної ієрархії — від видів, включаючи внутрішньовидові таксони (ввт), до відділів. Перелік та опис досліджених гідроекосистем опубліковано раніше (Davydov et al., 2024).

Біотопічну приуроченість водоростей, загальний список яких налічує 455 видів (467 ввт) (Davydov et al., 2024), до планктонних, бентосних або планктонно-бентосних форм визначали згідно: Varinova et al., 2019. Для встановлення спільностей-відмінностей у біотопічній приуроченості водоростей розраховували коефіцієнт Серенсена (Sørensen, 1948) та проводили кластерний аналіз із побудовою відповідних графів (Larose, Larose, 2015).

У роботі застосовано комплексний методичний підхід, що включав декілька етапів:

- визначення біотопічної приуроченості для загального списку видів (ввт) водоростей усіх досліджених різнотипних екосистем;
- визначення співвідношення видів із різною біотопічною приуроченістю окремо для лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистем;

– розрахунок такого співвідношення для водоростей провідних відділів: *Cyanobacteria*, *Bacillariophyta* та *Chlorophyta*, що формують основне таксономічне багатство фітопланктону.

Сапробіологічну оцінку якості водного середовища досліджених гідроекосистем з різним рівнем антропогенного навантаження проведено за співвідношенням видів-індикаторів різних зон сапробності (χ -о-сапроби, β -мезосапроби, α -р-сапроби). В якості модельних лентичних водних екосистем, які апіорі зазнають різного антропогенного навантаження, було обрано каскад ставів міської агломерації (м. Гостомель) (Shcherbak, Semeniuk, 2022) і природні озера з регульованим водообміном, що знаходяться в заплаві р. Дунай (Shcherbak et al., 2023c). Великі придунайські озера зазвичай використовуються в рибогосподарських цілях, для аматорського рибальства, рекреації і жодне з озер та їхніх водозбірних площ не зазнають впливу міських агломерацій (Shcherbak et al., 2023c). Як модельні лотичні екосистеми було обрано верхню ділянку р. Прип'ять з допливами рік Стохід і Коростянка та українську ділянку транскордонної р. Західний Буг з 15 допливами.

Результати та обговорення

1. Основні біотопічні водоростеві угруповання

У численних літературних джерелах, визначниках різних відділів водоростей вказується на високу життєздатність водоростевих угруповань як важливих складових біосфери.

Проведений аналіз загальновідомих та найпоширеніших у фахових виданнях даних стосовно біотопічної приуроченості водоростевих угруповань дозволив відобразити їхню загальну схему взаємозв'язків з точки зору обміну між видами (рис. 1).

Основу представленої схеми складають водорості водної товщі (фітопланктон). Даний авторський методичний підхід зумовлений тим, що, згідно з літературними джерелами, це найчисленніше екологічне угруповання гідросфери. Крім того, у схемі наведені специфічні (короткоіснуючі) угруповання водоростей:

- аеропланктон — один із біотичних компонентів, за допомогою якого проходить обмін видами водоростей між різними гідроекосистемами;
- кріопланктон, пагон — тимчасові біотопічні угруповання, які формуються за певного впливу на водне середовище абіотичних чинників, у даному випадку низьких чи підвищених (антарктичне літо) температур;
- нейстон, що складається з водоростевих угруповань, які розвиваються над чи під поверхневою плівкою води (глибиною до 5 см).

Зрозуміло, що існування вищезазначених екологічних угруповань значною мірою залежить від абіотичних чинників: температурного та гідрологічного режимів, вітрового перемішування, штормів, смерчів, апвелінгу тощо.

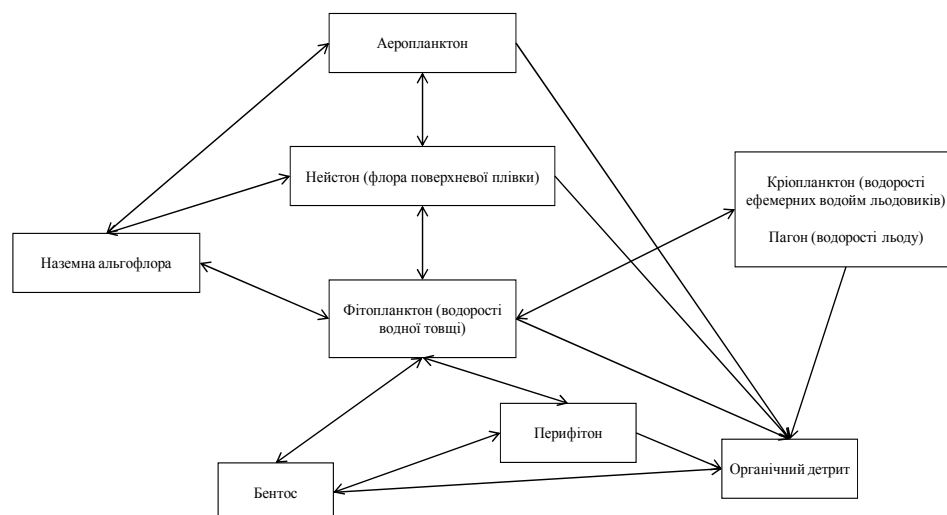


Рис. 1. Загальна схема біотопічної приуроченості та взаємозв'язки різнотипних водоростевих угруповань у біосфері

Представлена загальна теоретична схема біотопічної приуроченості й взаємозв'язків різнотипних водоростевих угруповань (див. рис. 1) до певної міри відображає діалектичну цілісність альгофлори як єдиної автотрофної ланки біосфери. Очевидно, що це питання потребує додаткових не тільки теоретичних, а й натурних досліджень з обов'язковим урахуванням адаптивних потенціалів водоростей, що існують у сучасних умовах (евтрофування, глобальне потепління, антропогенний вплив з урахуванням наслідків воєнних дій тощо).

Вважаємо, що невід'ємним компонентом усіх наведених на рис. 1 альгоугруповань є також органічний детрит, який відіграє важливу роль у функціонуванні автотрофної ланки різнотипних гідроекосистем (Cao et al., 2024; Moore et al., 2004; Shcherbak, Semeniuk, 2023; Shcherbak et al., 2023c).

У цілому наведена схема є теоретичною основою, на якій мають базуватися методичні підходи до опису існуючих біотичних альгоугруповань різнотипних гідроекосистем.

2. Біотопічна приуроченість водоростей планктону основних систематичних відділів

Показано (Shcherbak et al., 2022, 2023a, b; 2024a, b; Shcherbak, Semeniuk, 2023; Davydov et al., 2024), що основними систематичними відділами водоростей, які на всіх щаблях систематичної ієрархії (від класу до внутрішньовидового таксону) формують таксономічне різноманіття фітопланктону досліджених гідроекосистем, є *Cyanobacteria*, *Bacillariophyta* та *Chlorophyta*. На основі методичного підходу, представленого в роботі Барінова та ін. (2019), було проаналізовано співвідношення видів з різною біотопічною приуроченістю в провідних відділах фітопланктону (рис. 2).

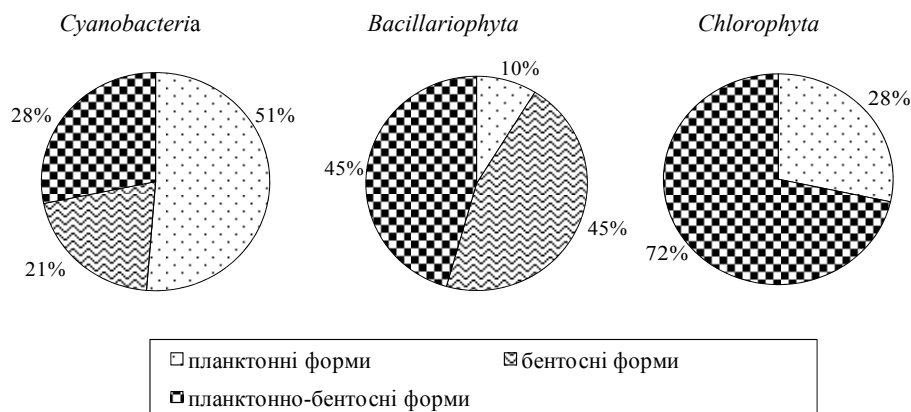


Рис. 2. Співвідношення водоростей з різною біотопічною приуроченістю в провідних систематичних відділах у водній товщі досліджених континентальних гідроекосистем України

Так, серед *Cyanobacteria* найбільша кількість — 20 ввт (51% флористичного спектра) належала до планктонних форм, меншою — 11 ввт (28%) була кількість планктонно-бентосних форм і найменшою — 8 ввт (21%) бентосних.

Серед *Bacillariophyta* переважали планктонно-бентосні й бентосні форми — по 62 ввт (по 45% флористичного спектра). До планктонних форм належало всього 12 ввт (10%). Представники *Chlorophyta* відносились до планктонно-бентосних (78 ввт, 72%) і планктонних форм (31 ввт, 28%).

Частка видів із різною біотопічною приуроченістю у видовому багатстві провідних відділів суттєво відрізнялась. Її ранжирування мало такий вигляд: для планктонних форм — *Cyanobacteria* > *Chlorophyta* >

Bacillariophyta, для планктонно-бентосних форм — *Chlorophyta* > *Bacillariophyta* > *Cyanobacteria*, для бентосних — *Bacillariophyta* > *Cyanobacteria*. Це вказує на можливість застосування даного методичного підходу з виділенням запропонованих Баріною (Barinova et al., 2019) трьох груп водоростей за їхньою біотопічною приуроченістю.

3. Таксономічна характеристика домінуючих комплексів та їхня біотопічна приуроченість

Доведено (Odum, 1959; Reynolds, 2006; Shcherbak et al., 2023a, b, 2024a, b, c), що при всій різноманітності таксономічного складу основу будь-якого систематичного відділу визначають домінуючі комплекси (ДК), які формуються домінантами та субдомінантами.

Порівняльний аналіз оригінальних даних з виділених ДК основних систематичних відділів у досліджених гідроекосистемах показав їхню певну відмінність. Наприклад, у *Cyanobacteria* домінували три родини, представлені 13 родами, з яких до планктонних відносились 16 ввт, бентосних — 4 і планктонно-бентосних — 3 ввт (табл. 1).

Таблиця 1. Домінуючі родини, роди та види *Cyanobacteria* у фітопланктоні досліджених гідроекосистем та їхній розподіл за біотопічною приуроченістю*

Родина	Рід	Розподіл ввт за біотопічною приуроченістю		
		Планктонні	Бентосні	Планктонно-бентосні
<i>Aphanizomenonaceae</i>	<i>Aphanizomenon</i>	1	—	—
	<i>Cuspidothrix</i>	1	—	—
	<i>Dolichospermum</i>	3	—	—
<i>Leptolyngbyaceae</i>	<i>Heteroleibleinia</i>	—	1	—
	<i>Leptolyngbya</i>	—	1	—
	<i>Limnolyngbya</i>	1	—	—
<i>Microcystaceae</i>	<i>Aphanocapsa</i>	—	1	—
	<i>Aphanothece</i>	1	—	1
	<i>Coelomoron</i>	1	—	—
	<i>Coelosphaerium</i>	2	—	—
	<i>Merismopedia</i>	—	1	2
	<i>Microcystis</i>	5	—	—
	<i>Snowella</i>	1	—	—

* Тут і в табл. 2, 3 біотопічна приуроченість представлена згідно: Barinova et al., 2019.

Серед планктонних форм найбільш різноманітно на рівні родів і внутрішньовидових таксонів була представлена родина *Microcystaceae*. Зазвичай це колоніальні дрібноклітинні водорості. Серед бентосних форм переважали ниткуваті водорості з родини *Leptolyngbyaceae*.

Таблиця 2. Домінуючі родини, роди та види *Bacillariophyta* у фітопланктоні досліджених гідроекосистем та їхній розподіл за біотопічною приуроченістю

Родина	Рід	Розподіл ввт за біотопічною приуроченістю		
		Планктонні	Бентосні	Планктонно-бентосні
<i>Achnanthidiaceae</i>	<i>Achnanthidium</i>	—	2	2
	<i>Planothidium</i>	—	1	2
<i>Aulacoseiraceae</i>	<i>Aulacoseira</i>	1	—	4
<i>Bacillariaceae</i>	<i>Cylindrotheca</i>	—	2	—
	<i>Nitzschia</i>	1	3	14
	<i>Tryblionella</i>	—	3	2
<i>Cymbellaceae</i>	<i>Cymbella</i>	—	6	—
	<i>Cymbopleura</i>	—	2	—
	<i>Navicymbula</i>	—	1	—
	<i>Placoneis</i>	—	2	—
<i>Gomphonemataceae</i>	<i>Gomphonema</i>	—	8	—
<i>Naviculaceae</i>	<i>Caloneis</i>	—	4	—
	<i>Gyrosigma</i>	—	1	—
	<i>Hippodonta</i>	—	2	—
	<i>Navicula</i>	—	2	1—
<i>Rhopalodiaceae</i>	<i>Epithemia</i>	1	3	1
<i>Stephanodiscaceae</i>	<i>Cyclostephanos</i>	—	—	1
	<i>Cyclotella</i>	1	—	—
	<i>Discostella</i>	—	—	1
	<i>Lindavia</i>	1	—	—
	<i>Stephanodiscus</i>	2	—	1
<i>Tabellariaceae</i>	<i>Diatoma</i>	—	—	2
	<i>Tabellaria</i>	—	—	2

У відділі *Bacillariophyta* домінувало 9 родин, 23 роди, 84 ввт, серед яких 46 — бентосні, 31 — планктонно-бентосні та 7 — планктонні форми. Найбільш різноманітно були представлені *Cymbellaceae* — 4 роди, 11 ввт, *Naviculaceae* — 5 родів, 9 ввт і *Gomphonemataceae* — 1 рід, 8 ввт. Серед представників цих таксономічних груп переважали бентосні форми.

Планктонні форми в основному представлені родиною *Stephanodiscaceae* з 4 родами, а серед планктонно-бентосних форм найбільш різноманітними виявилися *Bacillariaceae* — 5 родів, 16 ввт, менш різноманітними — *Achnanthidiaceae*, *Aulacoseiraceae* та *Tabellariaceae* — по 4 ввт (табл. 2).

Отже, за біотопічною приуроченістю домінують таксони рангом нижче відділу, які в основному належать до бентосних і планктонно-бентосних форм, значно меншою мірою — до планктонних.

Особливістю *Chlorophyta* є те, що домінуючі таксони (7 родин, 38 родів і 87 ввт) віднесені лише до планктонних (22 ввт) і планктонно-бентосних форм (65 ввт). Найбільш масові родини, серед яких переважають планктонно-бентосні форми *Scenedesmaceae* та *Oocystaceae* — це типові ценобіальні водорості, які формують і основу видового складу фітопланктону, а також в основному одноклітинні *Selenastraceae* (табл. 3).

Таблиця 3. Домінуючі родини та роди *Chlorophyta* у фітопланктоні досліджених гідроєкосистем та їхній розподіл за біотопічною приуроченістю

Родина	Рід	Розподіл ввт за біотопічною приуроченістю		
		Планктонні	Бентосні	Планктонно-бентосні
<i>Chlamydomonadaceae</i>	<i>Chlamydomonas</i>	4	—	1
	<i>Microglena</i>	1	—	—
<i>Chlorellaceae</i>	<i>Actinastrum</i>	—	—	2
	<i>Closteriopsis</i>	1	—	1
	<i>Dicellula</i>	—	—	1
	<i>Golenkiniopsis</i>	—	—	1
	<i>Hegewaldia</i>	1	—	—
	<i>Micractinium</i>	1	—	1
	<i>Mucidosphaerium</i>	—	—	1
	<i>Siderocelis</i>	—	—	1
<i>Hydrodictyaceae</i>	<i>Monactinus</i>	1	—	1
	<i>Pediastrum</i>	1	—	—
	<i>Pseudopediastrum</i>	—	—	1
	<i>Stauridium</i>	—	—	1
	<i>Tetraedron</i>	—	—	3
<i>Oocystaceae</i>	<i>Didymocystis</i>	—	—	1
	<i>Lagerheimia</i>	3	—	2
	<i>Nephrochlamys</i>	1	—	2

<i>Oocystaceae</i>	<i>Oocystidium</i>	1	–	–
	<i>Oocystis</i>	–	–	4
	<i>Siderocystopsis</i>	–	–	1
	<i>Tetrachlorella</i>	–	–	1
	<i>Willea</i>	1	–	1
<i>Phacotaceae</i>	<i>Pteromonas</i>	3	–	–
<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Coelastrum</i>	–	–	3
	<i>Desmodesmus</i>	–	–	14
	<i>Pectinodesmus</i>	–	–	1
	<i>Pseudodidymocystis</i>	–	–	1
	<i>Scenedesmus</i>	–	–	2
	<i>Tetradesmus</i>	1	–	1
	<i>Tetrastrum</i>	1	–	2
<i>Selenastraceae</i>	<i>Ankistrodesmus</i>	–	–	2
	<i>Chlorolobion</i>	–	–	1
	<i>Kirchneriella</i>	1	–	2
	<i>Messastrum</i>	–	–	1
	<i>Monoraphidium</i>	–	–	5
	<i>Raphidocelis</i>	–	–	3
	<i>Selenastrum</i>	–	–	1

4. Особливості біотичної приуроченості провідних відділів водоростей в різноманітних досліджених гідроекосистемах

На рис. 3 представлено флористичні спектри фітопланктону, які суттєво відрізняються залежно від типу гідроекосистем.

Зокрема, частку планктонних форм серед представників різних відділів у товщі води можна відобразити як ранжирувані ряди:

Cyanobacteria: лентичні > перехідні > лотичні;

Bacillariophyta: перехідні > лотичні > лентичні;

Chlorophyta: лентичні > лотичні > перехідні.

Вважаємо, що відмінності у флористичних спектрах визначаються комплексним впливом на водорості як абіотичних, так і біотичних чинників. Наприклад, найсприятливішим середовищем для вегетації *Cyanobacteria* є стоячі чи повільно текучі води зі швидкістю течій < 0,1 м/с. Також ціанобактерії характеризуються специфічними цитоморфологічними пристосуваннями до планктонного способу життя: питома вага клітин зазвичай < 1,0, наявність газових вакуолей, різноманітних

слизових оболонок тощо («Tsvetenye»..., 1968; Kondratyeva et al., 1984; Reynolds, 2006).

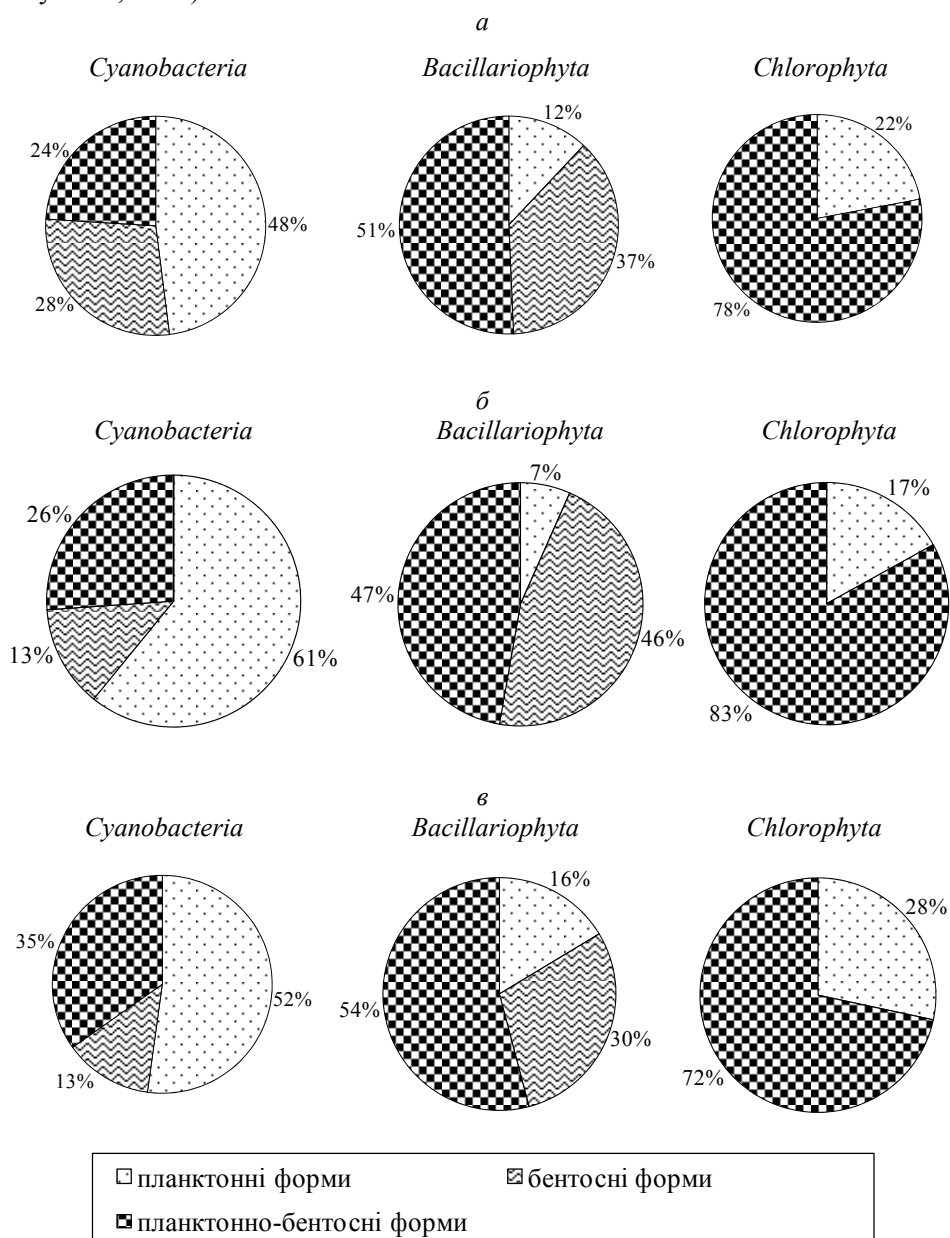
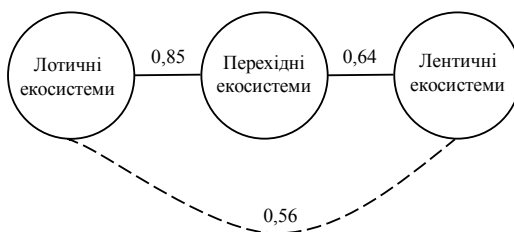


Рис. 3. Співвідношення водоростей з різною біотопічною приуроченістю серед провідних систематичних відділів у водній товщі досліджених континентальних гідроекосистем України: *a* — лотичних, *б* — лентичних, *в* — перехідних

Для *Bacillariophyta*, які мають кремнеземовий панцир і питому вагу $> 1,0$, а також різні шипи, промені, вирости, оптимальним для існування є водне середовище з високою кінетичною енергією, яка формується за рахунок турбулентних, ламінарних течій, що притаманно лотичним і перехідним (екотонним) гідроекосистемам. Іншим прикладом адаптивних механізмів *Bacillariophyta* для вегетації в різнотипних гідроекосистемах є відмінності в цитоморфологічних ознаках, які притаманні центричним і пенатним формам.

Найбільшою подібністю видового складу за коефіцієнтами Серенсена, незалежно від типів гідроекосистем, характеризуються центричні форми, в основному з родин *Stephanodiscaceae* та *Aulacoseiraceae*, які у весняно-осінній період формують основу чисельності та біомаси планктону континентальних водойм і водотоків. Для пенатних форм подібність видового складу водоростей виявилася дещо нижчою (рис. 4, а, б). Це пов'язано з тим, що основним середовищем їхньої вегетації є донні біотопи, які є гетерогенним середовищем, а не таким гомогенним, як водна товща, де вегетує фітопланктон.

а



б

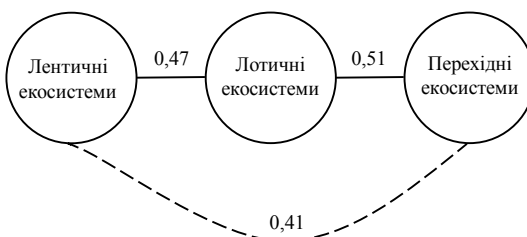


Рис. 4. Графи подібності видового складу центричних (а) і пенатних (б) діатомових водоростей у фітопланктоні лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистемах України за коефіцієнтом подібності Серенсена

Відповідно до теоретичних робіт (Passy, 2007; Wetzel et al., 2012), пеннатні діатомові водорості можна умовно поділити на наступні функціональні групи:

- рухливі бентосні форми, які мають шов і можуть здійснювати ковзальні рухи (роди *Navicula*, *Nitzschia*, *Surirella*);
- прикріплені бентосні форми (роди *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Gomphonema*).

Очевидно, що особливості функціональних груп бентосних водоростей, їхній просторовий розподіл у біоплівці на донних відкладах та твердих субстратах як у горизонтальній площині, так і по вертикалі (різні яруси водоростей, що формують біоплівку) та інші поняття (поверхнева плівка, функціональні групи, яруси), а також вплив абіотичних чинників на функціональні групи водоростей потребують подальших спеціальних досліджень альгологів і гідробіологів.

5. Закономірності біотичної приуроченості видового складу водоростей досліджених різнотипних гідроекосистем

Поряд з аналізом біотичної приуроченості видів, які формують фітопланктон, доцільним буде також визначення подібності видового складу планктонних, бентосних та планктонно-бентосних форм у водних екосистемах різних типів. Розрахунки, проведені для всього списку водоростей (467 ввт), показали, що величини коефіцієнта Серенсена коливаються в широких межах (рис. 5):

- найвищі значення коефіцієнтів Серенсена між видовим складом різнотипних гідроекосистем (0,58–0,69) були притаманні планктонно-бентосним формам;
- більш низькі величини (0,44–0,64) характерні для планктонних форм;
- найнижчі (0,37–0,43) – для бентосних форм.

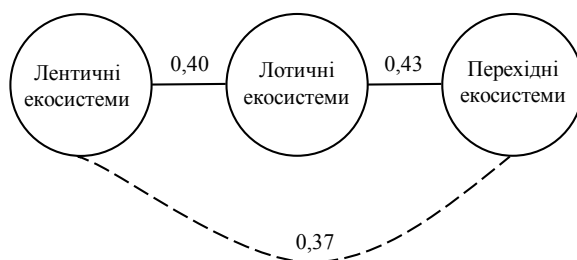
Не менш важливим є те, що всі розраховані коефіцієнти видової подібності Серенсена характеризувалися досить високими величинами, а отже між різними типами екосистем може існувати обмін видами. Він може відбуватися не тільки в горизонтальній (географічній) площині, а й по вертикалі. Так, згідно з багаторічними дослідженнями (Semenyuk et al., 2024; Yuryshynets et al., 2024), один і той самий вид у процесі своєї вегетації може змінювати біотичну приуроченість. Наприклад, типово планктонні представники *Cyanobacteria*, які є основними збудниками «цвітіння» води, а саме: *Dolichospermum flos-aquae* (Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & Komárek, *Anabaena scheremetieviae* Elenkin,

Aphanizomenon flos-aquae Ralfs ex Bornet & Flahault, *Aphanizomenon gracile* Lemmermann, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing та *Microcystis pulvereae* (H.C.Wood) Forti, в період масового «цвітіння» вегетують у водній товщі, поверхневій плівці (нейстон) і плямах «цвітіння» (плейстон). За несприятливих умов вони можуть мігрувати з поверхневих горизонтів та «осідати» на вищій водній рослинності (фітоепіфітон), твердих (перифітон)» і м'яких субстратах (мікрофітобентос). У пізньо-осінній період більшість ціано-бактерій мігрує на дно, де вони знаходяться до початку весни.

а



б



в

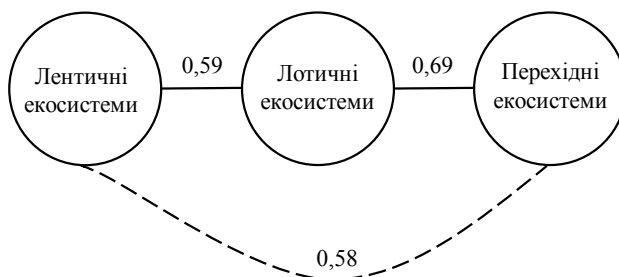


Рис. 5. Графи подібності видового складу планктонних (а), бентосних (б) і планктонно-бентосних (в) форм у лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистемах України за коефіцієнтом подібності Серенсена

Вважаємо, що приуроченість до конкретного біотопу, в якому за певних екологічних умов знаходиться вид, є проявом адаптивного механізму не на популяційно-видовому, а на ценотичному рівні. Ці питання потребують подальших комплексних досліджень.

6. Оцінка якості водного середовища за видами-індикаторами сапробності

Проведений сапробіологічний аналіз якості водного середовища показав, що незалежно від біотопічної приуроченості водорості планктону є репрезентативними індикаторами конкретної зони сапробності від χ -о до α -р-спробної зони.

Так, найменшу частку (9–11%) мали види-індикатори α -сапробної зони, які характеризують якість водного середовища в межах: «брудні» — «дуже брудні» води (IV і V класи якості води). Частка індикаторів χ -о-сапробних («дуже чистих» — «чистих» вод або I і II класу) коливалася в межах 28–34%. На водорості-індикатори β -мезосапробних вод («помірно забруднені» води, III клас) припадало 57–61%. Таке співвідношення видів-індикаторів сапробності, згідно з оригінальними авторськими даними, притаманне більшості лотичних і лентичних екосистем України.

Отже, даний методичний підхід оцінки якості водного середовища є репрезентативним для всіх типів досліджених гідроекосистем.

Порівняльний аналіз якості води в різних типах екосистем за фітопланктоном показав, що лотичні екосистеми в цілому характеризуються більш високою якістю водного середовища, ніж лентичні та перехідні (рис. 6).

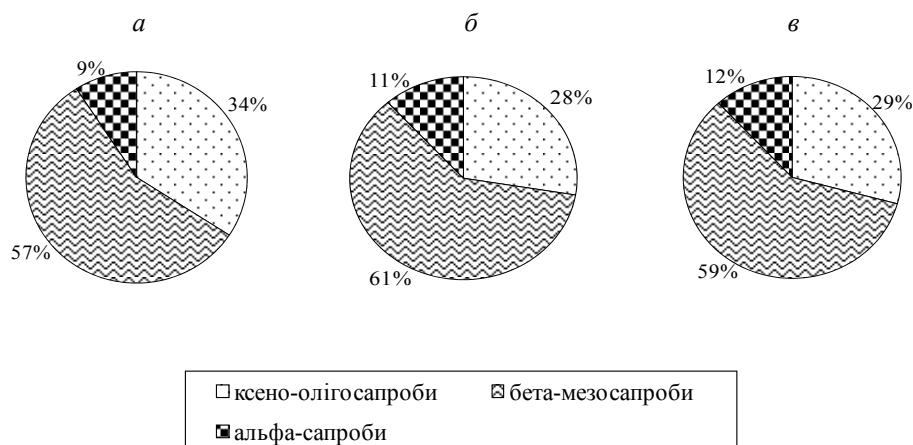


Рис. 6. Сапробіологічна характеристика якості водного середовища за водоростями водної товщі в лотичних (а), лентичних (б) та перехідних екосистемах (в)

Показник сапробності водного середовища визначається кількістю (концентрацією) розчинених органічних речовин у воді й може слугувати для оцінки антропогенного навантаження на водну екосистему.

Для оцінки «чутливості» (репрезентативності) застосування даного методичного підходу з визначення якості водного середовища було обрано лентичні та лотичні екосистеми, які апіорі зазнають різного рівня антропогенного навантаження, та розраховано співвідношення водоростей-індикаторів різних зон сапробності в товщі води (рис. 7, 8).

Співвідношення видів-індикаторів різних зон сапробності, представлені як ранжирувані ряди, мають такий вигляд для різних типів водних екосистем:

- Великі Дунайські озера: β -сапроби (61%) > χ -о-сапроби (28%) > α -сапроби (11%);
- стави міської агломерації (сmt Гостомель): β -сапроби (66%) > χ -о-сапроби (21%) > α -р-сапроби (13%);
- р. Прип'ять: β -мезосапроби (52%) > χ -о-сапроби (38%) > α -р-сапроби (10%);
- р. Західний Буг: β -мезосапроби (62%) > χ -о-сапроби (27%) > α -р-сапроби (11%).

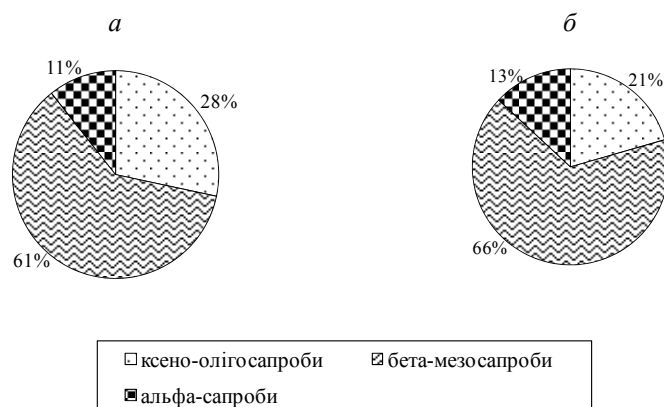


Рис. 7. Сапробіологічна характеристика якості водного середовища у лентичних водних екосистемах з різним ступенем антропогенного навантаження: *а* — Великі Дунайські озера; *б* — стави сmt Гостомель

Отже, у водних екосистемах, які характеризуються більш низьким рівнем антропогенного навантаження, зареєстрована більша частка χ -о-сапробів, ніж у водних екосистемах, де рівень антропогенного впливу є вищим.

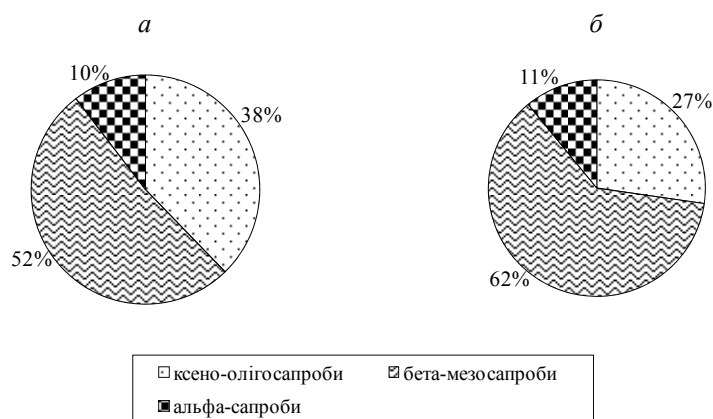


Рис. 8. Сапробіологічна характеристика якості водного середовища у лотичних водних екосистемах із різним ступенем антропогенного навантаження: а — р. Прип'ять; б — р. Західний Буг

Таким чином, сапробіологічна оцінка якості водного середовища за водоростями-індикаторами з різною біотопічною приуроченістю у водній товщі лотичних, лентичних і перехідних гідроекосистем є репрезентативним методичним підходом для визначення антропогенного навантаження.

Заключення

Однією з важливих характеристик водоростевих угруповань є їхня біотопічна приуроченість до існування в атмосфері (аеропланктон), літосфері (наземна і ґрунтова альгофлора) і гідросфері. Найчисленнішим екологічним угрупованням гідросфери є водорості водної товщі — фітопланктон, основу якого формують *Cyanobacteria*, *Bacillariophyta* та *Chlorophyta*.

Аналіз біотопічної приуроченості 455 видів (467 ввт) водоростей водної товщі лотичних, лентичних і перехідних екосистем, що досліджувалися згідно з методичним підходом Барінової (Barinova et al., 2019), показав, що найбільшу частку флористичного спектра *Cyanobacteria* формували планктонні форми, *Bacillariophyta* — бентосні та планктонно-бентосні форми, а серед *Chlorophyta* переважали планктонно-бентосні.

Встановлено, що серед відділу *Cyanobacteria* домінували представники 3 родин, 13 родів, серед яких найбільша кількість видів належала до планктонних форм. *Bacillariophyta* були представлені 9 провідними родинами, 23 родами, серед яких найбільшу частку видів складали бентосні пеннатні форми з *Cymbella*, *Navicula* та *Gomphonema*; планктонні форми в основному були представлені видами роду *Stephanodiscus*.

Особливістю *Chlorophyta* було домінування планктонно-бентосних форм — ценобіальних водоростей родин *Oocystaceae*, *Scenedesmaceae* та одноклітинних *Selenastraceae*.

Флористичні спектри водоростей водної товщі суттєво відрізнялися за різними типами гідроекосистем. Зокрема, частку планктонних форм серед представників різних відділів у товщі води можна представити як ранжирувані ряди:

Cyanobacteria: лентичні > перехідні > лотичні екосистеми;

Bacillariophyta: перехідні > лотичні > лентичні екосистеми;

Chlorophyta: лентичні > лотичні > перехідні екосистеми.

Встановлені відмінності визначалися комплексним впливом на водорості як абіотичних, так і біотичних чинників. Для *Bacillariophyta* характерними є відмінності у цито-морфологічних ознаках центричних (в основному планктонних) і пеннатних (бентосних) форм. Коефіцієнти видової подібності Серенсена для центричних форм були вищими, ніж для пеннатних. Це пояснюється тим, що контурні біотопи (донні ґрунти різного гранулометричного складу, тверді субстрати), до яких переважно приурочені пеннатні форми, є більш гетерогенним середовищем, ніж водна товща, в якій найбільш поширені центричні форми діатомових.

Водночас, згідно з багаторічними оригінальними даними, один і той самий вид водоростей під час вегетації може змінювати біотопічну приуроченість. Зокрема, типово планктонні представники родів *Anabaena*, *Aphanizomenon* і *Microcystis* у період масової вегетації знаходяться в товщі води (планктон), у поверхневій плівці (нейстон), плямах «цвітіння» води (плейстон), а за несприятливих умов можуть осідати на поверхню вищої водної рослинності (фітоепіфітон), дно (мікрофітобентос), тверді субстрати (фітоперифітон). У пізньо-осінній період більшість ціанобактерій мігрує на дно, де вони знаходяться до початку весни.

Очевидно, що тип біотопічної приуроченості — це прояв адаптаційних механізмів конкретного виду, але ці питання потребують подальших комплексних досліджень альгологів, гідробіологів і фізіологів рослин.

Результати сапробіологічного аналізу свідчать про те, що незалежно від біотопічної приуроченості водорості товщі води є досить інформативними індикаторами якості водного середовища в досліджених різнотипних гідроекосистемах та ступеня антропогенного впливу на них.

Таким чином, аналіз співвідношення водоростей водної товщі за біотопічною приуроченістю та сапробністю й абіотичних чинників, що їх визначають у лотичних, лентичних та перехідних гідроекосистемах, є актуальним питанням сьогодення.

Список літератури

- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. 2006. *Biodiversity of algae — indicators of the environment*. Tel Aviv: PiliesStud. 498 p. [Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О.В. 2006. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель Авив: PiliesStud. 498 с.].
- Barinova S.S., Bilous O.P., Tsarenko P.M. 2019. *Algal indication of water bodies in Ukraine: Methods and perspectives*. Haifa, Kyiv: Univ. Haifa Publ. 367 p. [Барінова С.С., Белоус Е.П., Царенко П.М. 2019. *Альгоиндикация водны объектов Украины: Методы и перспективы*. Хайфа, Киев: изд-во Хайф. ун-та. 367 с.].
- Cao L., Wan L., Cao L. 2024. Optimal balance of organic detritus and feed for fish growth and water quality improvement through regulating nutrient cycling. *Environ. Res.* 262(2): 119882.
- Davydov O.A., Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Koziychuk E.Sh. 2024. Taxonomic composition of phytoplankton in various continental aquatic ecosystems of Ukraine. *Algologia*. 34(4): 274–293 [Давидов О.А., Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Козійчук Е.Ш. 2024. Таксономічний склад фітопланктону різнотипних континентальних гідроекосистем України. *Альгологія*. 34(4): 274–293]. <https://doi.org/10.15407/alg34.04.274>
- Finlay B.J. 2002. Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. *Science*. 296(5570): 1061–1063.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Irland, Galway.
- Kondratyeva N.V., Kovalenko O.V., Prykhodkova L.P. 1984. Blue-green algae — *Cyanophyta*. Pt 2. In: *Identification manual of the freshwater algae of Ukrainian SSR*. Kyiv: Nauk. Dumka. 388 p. [Кондратьєва Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П. 1984. Синьозелені водорості — *Цианопхита*. Ч. 2. У кн.: *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Київ: Наук. думка. 388 с.].
- Larose D.T., Larose C.D. 2015. Hierarchical and *k*-mean clustering. In: *Data mining and predictive analytics*. John Wiley & Sons, Inc. Pp. 523–530.
- Moore J., Berlow E.J., Coleman D.C., deRuiter P.C., Dong Q., Hastings A., Johnson N.C., McCann K.S., Melville K., Morin P.J., Nadelhoffer K., Rosemond A.D., Post D.M., Sabo J.L., Scow K.M., Vanni M.J., Wall D.H. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecol. Lett.* 7: 584–600.
- Odum E.P. 1959. *Fundamental of Ecology*. Sec. ed. Philadelphia, London: W.B. Saunders Company. 546 p.
- Oksiyuk O.P., Davydov O.A., Karpezo Yu.I. 2009. Ecological and morphological structure of microphytobenthos. *Hydrobiol. J.* 45(2): 13–23.
- Passy S.I. 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquat. Bot.* 86(2): 171–178.
- Reynolds C.S. 2006. *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 535 p.

- Rimet F., Bouchez A. 2011. Use of diatom life-forms and ecological guilds to assess pesticide contamination in rivers: lotic mesocosm approaches. *Ecol. Indic.* 11(2): 489–499.
- Semeniuk N.Ye. 2020. *Epiphytic algal communities of the Dnieper basin waterbodies*: Dr. Sci. (Biol.) Abstract. Kyiv. 40 p. [Семенюк Н.Є. 2020. *Фітоеніфітон водних об'єктів басейну Дніпра*: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Київ. 40 с.].
- Semeniuk N.Ye., Shcherbak V.I., Davydov O.A., Koziychuk E.Sh., Yuryshynets V.I. 2024. Spatial dynamics of planktonic and contour algal metacomunities in lotic and lentic ecosystems. *Nauk. Zap. Ternop. Nat. Ped. Univ. Ser. Biol.* 84(2): 40–50 [Семенюк Н.Є., Щербак В.І., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш., Юришинець В.І. 2024. Просторова динаміка планктонних і контурних альгометаугруповань лотичних і лентичних екосистем. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 84(2): 40–50].
- Shcherbak V.I. 2002. Methods of studying phytoplankton. In: *Methodical fundamentals for hydrobiological studies of aquatic ecosystems*. Kyiv. Pp. 41–47 [Щербак В.І. 2002. Методи досліджень фітопланктону. У кн.: *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем*. Київ. С. 41–47].
- Shcherbak V.I. 2006. Phytoplankton. In: *Methods of hydroecological investigations of surface waters*. Kyiv: Logos. Pp. 8–27 [Щербак В.І. 2006. Фітопланктон. У кн.: *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*. Київ: Логос. С. 8–27].
- Shcherbak V. I., Semeniuk N. Ye. 2023. Structural and functional characteristics of phytoplankton, algal mats, detritus and water quality under main abiotic factors in urban ponds (case study of urban settlement Hostomel, Bucha district, Kyiv Region, Ukraine). Rep. I. Species and taxonomic composition, ecological diversity of phytoplankton and filamentous algal mats characteristics under main abiotic factors. *Algologia*. 33(1): 22–47 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є. 2023. Структурно-функціональна характеристика фітопланктону, дерновин-подушок, детриту та якості води за дії основних абіотичних чинників ставків міської агломерації (смт Гостомель, Бучанський р-н Київської обл., Україна). Повідомлення 1: Видове, таксономічне, екологічне різноманіття фітопланктону та характеристика дерновин-подушок за основних абіотичних складових ставків. *Альгологія*. 33(1): 22–47]. <https://doi.org/10.15407/alg33.01.022>
- Scherbak V.I., Semeniuk N.Ie., Rudyk-Leuska N.Ia. 2014. *Aqualandscape and biological diversity of the “Nyzhniosulskyi” National Natural Park, Ukraine*. Kyiv: Phytosociocentr. 266 p. [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Рудик-Леуская Н.Я. 2014. *Акваландшафтне і біологічне різноманіття Національного природного парку «Нижнесульський», Україна*. Київ: Фитосоціоцентр. 266 с.].
- Shcherbak V.I., Semenyuk N.Ye., Yakushin V.M. 2022. Phytoplankton structural and functional organisation in a large lowland reservoir under the global climate change (case study of the Kaniv Reservoir). *Hydrobiol. J.* 58(6): 3–27.
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Larionova D.P. 2023a. Present-day characteristics of phytoplankton, microphytobenthos and phytoepiphyton of the Kaniv Reservoir. Rep. 1: Taxonomic, ecological diversity and spatial patterns. *Algologia*. 33(3):

- 147–184 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Ларіонова Д.П. 2023а. Сучасна характеристика фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону Канівського водосховища. Повідомлення 1: Таксономічне, екологічне різноманіття та просторовий розподіл. *Альгологія*. 33(3): 147–184]. <https://doi.org/10.15407/alg33.03.147>
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Larionova D.P. 2023b. Present-day characteristics of phytoplankton, microphytobenthos and phytoepiphyton of the Kaniv Reservoir. Rep. 2: Abiotic variables, quantitative diversity, dominant species complex, trophic state, water quality. *Algologia*. 33(4): 247–277 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Ларіонова Д.П. 2023b. Сучасна характеристика фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону Канівського водосховища. Повідомлення 2: Абіотичні чинники, кількісне різноманіття, домінуючий комплекс, трофічність та оцінка якості водного середовища. *Альгологія*. 33(4): 247–277]. <https://doi.org/10.15407/alg33.04.247>
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Lutsenko D.A. 2023c. Diversity and ecological characteristics of algae in the water column in the subbasin of the large Danube lakes during the autumn-winter period (Ukraine). *Int. J. Algae*. 25(1): 71–94. <http://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v25.i1.50>
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Kozychuk E.Sh. 2024a. Plankton and contour algal communities in the Ukrainian section of the Western Bug River and its tributaries. Rep. 1: Abiotic variables, taxonomic, ecological characteristics and floristics specifics of phytoplankton, microphytobenthos, phytoperiphyton. *Algologia*. 34(2): 130–159 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш. 2024а. Планктонні та контурні угруповання водоростей української ділянки р. Західний Буг та її допливів. Повідомлення 1: Абіотичні складові, таксономічна, екологічна характеристика та флористичні особливості фітопланктону, мікрофітобентосу, фітоперифітону. *Альгологія*. 34(2): 130–159]. <https://doi.org/10.15407/alg34.02.130>
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Kozychuk E.Sh. 2024b. Plankton and contour algal communities in the Ukrainian section of the Western Bug River and its tributaries. Rep. 2: Spatial heterogeneity of planktonic and contour algal communities' quantitative characteristics. *Algologia*. 34(3): 175–204 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш. 2024b. Планктонні та контурні угруповання водоростей української ділянки р. Західний Буг та її допливів. Повідомлення 2: Просторова гетерогенність кількісних показників планктонних і контурних водоростевих угруповань. *Альгологія*. 34(3): 175–204]. <https://doi.org/10.15407/alg34.03.175>
- Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Kozychuk E.Sh. 2024c. Dominant species complexes in planktonic, benthic and periphytic algal metacommunities. *Nauk. Zap. Ternop. Nat. Ped. Univ. Ser: Biol.* 84(3–4): 35–45 [Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш. 2024c. Домінуючі комплекси видів у метаугрупованнях водоростей планктону, бентосу, перифітону. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 84(3–4): 35–45].

- Scherbak V.I., Maistrova N.V., Morozova A.O., Semeniuk N.Ie. 2011. *The National Natural Park "Prypiat–Stokhid" Algaeflora diversity and hydrochemical characteristics of aqualandscapes*. Kyiv: Phytosociocentre. 164 p. [Щербак В.І., Майстрова Н.В., Морозова А.О., Семенюк Н.Є. 2011. *Національний природний парк «Прип'ять–Стохід». Різноманіття альгофлори і гідрохімічна характеристика акваландшафтів*. Київ: Фітосоціоцентр. 164 с.].
- Soininen J., Jamoneau A., Rosebery J., Passy S.I. 2016. Global patterns and drivers of species and trait composition in diatoms. *Global Ecol. Biogeogr.* 25(8): 940–950.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation of Danish commons. *Kong. Danske Videnskab. Selskab Biol. Skrift.* 5(4): 1–46.
- Thienemann A. 1942. Vom Wesen der Ökologie. *Biol. Gen.* 15: 312–331.
- Topachevskiy A.V., Masyuk N.P. 1984. *Freshwater algae of Ukrainian SSR*. Kyiv: Vyshcha Shkola. 336 p. [Топачевский А.В., Масюк Н.П. 1984. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев: Высш. шк. 336 с.].
- «Tsvetenye» vody. 1968. Ed. A.V. Topachevskiy. Kyiv: Nauk. Dumka. 388 p. [«Цветение» воды. 1968. Отв. ред. А.В. Топачевский. Киев: Наук. думка. 388 с.].
- Topachevskiy O.V., Oksiyuk O.P. 1960. Diatoms – *Bacillariophyta*. In: *Identification manual of the freshwater algae of Ukrainian RSR*. Kyiv: Nauk. Dumka. Issue 9. 411 p. [Топачевський О.В., Оксіюк О.П. 1960. Діатомові водорості – *Bacillariophyta*. У кн.: *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Київ: Наук. думка. Вип. 9. 411 с.].
- Vinogradova O., Darienko T. 2008. Terrestrial algae of hypersaline environments of the Central Syvash islands (Kherson Region, Ukraine). *Biologia.* 63(6): 813–823.
- Vinogradova O.M., Kovalenko O.V., Levanets A.A., Nevo E., Wasser S.P. 2004. Epilithic algal communities of dry rocks of the Negev Desert, Israel. *Ukr. Bot. J.* 61(2): 7–20.
- Wetzel C.E., Bicudo D. de C., Ector L., Lobo E.A., Soininen J., Landeiro V.L., Bini L.M. 2012. Distance decay of similarity in neotropical diatom communities. *PLoS ONE.* 7(9): e45071.
- Yurshynets V.I., Semeniuk N.Ye., Shcherbak V.I., Davydov O.A., Kozychuk E.Sh., Shelyuk Yu.S. 2024. Some issues and challenges of applying metacommunity theory in complex studies of phytoplankton, phytobenthos and phytoperiphyton of continental aquatic ecosystems. *Ukr. J. Nat. Sci.* 9: 56–73 [Юришинець В.І., Семенюк Н.Є., Щербак В.І., Давидов О.А., Козійчук Е.Ш., Шелюк Ю.С. 2024. Деякі актуальні проблеми застосування теорії метагруповань при комплексному вивченні фітопланктону, мікрофітобентосу, фітоперифітону континентальних водних екосистем. *Укр. журн. природ. наук.* 9: 56–73].
- Zaytsev Yu.P. 2015. On contour structure of biosphere. *Hydrobiol. J.* 51(3): 3–24.

Shcherbak V.I. (<https://orcid.org/0000-0002-1237-6465>)

Semeniuk N.Ye. (<https://orcid.org/0000-0003-4447-3507>)

Davydov O.A. (<https://orcid.org/0009-0004-2381-723X>)

Koziychuk E.Sh. (<https://orcid.org/0009-0002-5762-938X>)

Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Prosp. Volodymyra Ivasiuka, Kyiv 04210, Ukraine

Specifics of biotopic preferences of algae in the water column in the freshwater ecosystems of different types

Analysis of biotopic preferences of 455 species (467 infraspecific taxa) of algae in the water column of various lotic, lentic and transitional aquatic ecosystems of Ukraine has shown, that the largest part of *Cyanobacteria* floristic spectrum was formed by planktonic forms, *Bacillariophyta* — by benthic and planktonic-benthic forms, and *Chlorophyta* — by planktonic-benthic forms. The floristic spectra of the water column algae differed across aquatic ecosystems types. In particular, the share of planktonic forms among the representatives of different phyla in the water column can be represented in form of ordered series: *Cyanobacteria*: lentic ecosystems > transitional ecosystems > lotic ecosystems; *Bacillariophyta*: transitional ecosystems > lotic ecosystems > lentic ecosystems; *Chlorophyta*: lentic ecosystems > lotic ecosystems > transitional ecosystems. These dissimilarities were driven by complex effect of abiotic and biotic factors. Besides, one and the same species of algae in the process of its vegetation may change its biotopic preference and during different seasons of the year be found in plankton, neuston, microphytobenthos and phytoepiphyton. The type of biotopic preference is evidently the manifestation of a particular species' adaptation mechanisms. However these complicated issues require further complex research by algologists, hydrobiologists, plant physiologists. The results of the saprobiological analysis show that, notwithstanding their biotopic preference, the algae of the water column are quite informative indicators of water quality in aquatic ecosystems under study. On the whole, the ratio of species with different biotopic preferences and saprobity and abiotic factors governing them in lotic, lentic and transitional ecosystems is an important issue requiring further research.

Key words: algae in the water column, biotopic preference, planktonic forms, benthic forms, saprobity, lotic, lentic, transitional ecosystems

Citation. Shcherbak V.I., Semeniuk N.Ye., Davydov O.A., Koziychuk E.Sh. 2025. Specifics of biotopic preferences of algae in the water column in the freshwater ecosystems of different types. *Algologia*. 35(2): 104–127. <https://doi.org/10.15407/alg35.02.104>