

# ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

---

УДК 581.526.323 (282.247.32+477—25)

**Н.Є. СЕМЕНЮК**, д. б. н., ст. досл., ст. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: natasemenyuk@gmail.com  
ORCID 0000-0003-4447-3507

**О.А. ДАВИДОВ**, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: davydovoleg01@gmail.com  
ORCID 0009-0004-2381-723X

**Г.Є. ГРИГОР'ЄВА**, аспірантка,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: annanika2930@gmail.com  
ORCID 0000-0002-6406-1166

**А.В. ЖОРОВА**, аспірантка,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: annazhorova3417@gmail.com  
ORCID 0000-0001-5240-4443

**Е.Ш. КОЗІЙЧУК**, к. б. н., мол. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: elina.kozyychuk@gmail.com  
ORCID 0009-0002-5762-938X

## **ПРОЦЕС КОЛОНІЗАЦІЇ *ТУРНА ANGUSTIFOLIA* L. ВОДОРОСТЯМИ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ГРУП НА РІЧКОВІЙ ДІЛЯНЦІ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (Р. ДНІПРО, УКРАЇНА)<sup>1, 2</sup>**

---

*Досліджено процеси колонізації *Turpha angustifolia* L. водоростями на річковій ділянці Канівського водосховища. Вже наприкінці I тижня експозиції на дослідних*

<sup>1</sup> Роботу виконано в межах бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень (КПКВК 6541230)».

<sup>2</sup> Автори висловлюють подяку д. б. н., проф., чл.-кор. В.І. Юришинцю та д. б. н., проф. В.І. Щербаку за наукові консультації під час написання даної роботи.

---

Ц и т у в а н н я: Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Григор'єва Г.Є., Жорова А.В., Козійчук Е.Ш. Процес колонізації *Turpha angustifolia* L. водоростями різних екологічних груп на річковій ділянці Канівського водосховища (р. Дніпро, Україна). *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61, № 5. С. 3—24.

рослинах відбулось заселення вільної поверхні (початкова колонізація), видове багатство новоутвореного угруповання нараховувало 79 видів і внутрішньовидових таксонів, а біомаса — 0,192 мг/10 см<sup>2</sup>. На III тижні експозиції відбулось суттєве зниження біомаси фітоепіфітону на дослідних рослинах, проте вже на IV тижні відбулась «реколонізація» звільнених патчів. Показано, що внутрішньодобові коливання швидкості течії та рівня води безпосередньо впливають на процеси заселення рослинних субстратів водоростями. За підвищеного рівня води і незначної амплітуди його коливань у фітоепіфітоні переважає імміграція видів з фітопланктону та фітоепіфітону фонових рослин, тоді як за різкого зниження рівня води — надходження видів з мікрофітобентосу. Міграцію домінуючого в планктоні виду *Aulacoseira italica* на поверхню рослинних субстратів можна розглядати як прояв мас ефекту. Біомаса *A. italica* у фітоепіфітоні дослідних рослин тісно корелювала з біомасою цього виду у фітопланктоні ( $r=0,97$ ;  $p=0,007$ ). Для фітоепіфітону фонових рослин такої кореляції не встановлено, оскільки на фонових рослинах угруповання водоростей сформовані впродовж тривалого часу, і в них більш виражені процеси сортування видів.

**Ключові слова:** колонізація, метаугруповання, фітоепіфітон, фітопланктон, мікрофітобентос, сортування видів, мас ефект, Канівське водосховище.

Вивчення колонізації підводних субстратів водоростями — доволі складне питання, оскільки на субстратах паралельно протікають різноспрямовані процеси. Так, збільшення кількості видів та чисельності водоростей на субстраті відбувається внаслідок їхньої імміграції та відтворення, а зменшення — через еміграцію, загибель та виїдання безхребетними-альгофагами. Дослідження зазначених процесів ускладнюється тим, що при опрацюванні проби водоростей неможливо достеменно визначити скільки організмів потрапило на субстрат шляхом імміграції, а скільки з'явилося у результаті поділу клітин [12]. Крім того, залишаються недостатньо вивченими міжвидові взаємодії, що відбуваються в процесі колонізації [31].

Літературний пошук показав, що процеси заселення субстратів водоростями у водних екосистемах досліджувались, зокрема, для р. Дунай вище м. Будапешта [12, 13], р. Колорадо [26], Великих Американських озер [14], оз. Сакадас (заплава р. Дунай, Хорватія) [25], естуарію Східна Шельда (Нідерланди) [22] та інших водних екосистем. Як експериментальні субстрати використовували предметне скло [20, 25, 29], матове скло [12, 13], неглазуровані керамічні [21, 24] або порцелянові пластинки [26], невеликі бетонні блоки [31]. Також нідерландськими гідробіологами було сконструйовано складний штучний субстрат *Elastocoast*<sup>®</sup> з поліуретановою основою, на яку наносили пісок і вапняк для заселення водоростями та безхребетними [22].

У Франції дослідження заселення різнотипних субстратів водоростями обростань входять до складу державної програми з оцінки якості води річок [28].

В Україні експерименти з колонізації штучних субстратів гідробіонтами проводили на водоймах-охолоджувачах ТЕС та АЕС, а також на Канівському водосховищі [5, 27].

Відповідно до специфічних стратегій прикріплення до субстрату і здатності пристосовуватись до динаміки водних мас та біогенного режиму водорості обростань поділяють на такі функціональні групи [14, 25]:

- 1) R-стратегі (від англ. *ruderal* — рудеральні).
- 2) C-стратегі (від англ. *competitive* — конкурентоздатні).
- 3) S-стратегі (від англ. *stress-tolerant* — толерантні до стресових чинників).

R-стратегі зазвичай мають дрібні клітини, міцно прикріплюються до субстрату, здатні до швидкої колонізації та адаптовані до місцезнаходжень з високою частотою порушень (наприклад, частими паводками) і широкого діапазону концентрацій біогенних елементів. Це, як правило, ранні колонізатори, які розвиваються у піонерних угрупованнях. До цієї групи належать виключно діатомові водорості, зокрема з родів *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Fragilaria* [14, 25].

C-стратегі зазвичай мають крупніші клітини, це, як правило, ниткуваті форми або форми на стебельцях, тому вони є більш ефективними конкурентами за світло та біогенні елементи. До цієї групи належать, зокрема, ниткуваті зелені водорості з родів *Cladophora* й *Rhizoclonium* та центрична діатомова водорість *Melosira varians*, яка утворює довгі ланцюжкові колонії [14, 25].

S-стратегі — це форми, найбільш пристосовані до оліготрофних умов у водних екосистемах з низькою частотою порушень. До них автори цитованої публікації відносять діатомові з родів *Epithemia*, *Rhopalodia*, *Meridion*, ціанобактерії — *Calothrix*, *Nostoc*, *Tolypothrix*, зелені — *Draparnaldia* тощо [14, 25].

Як правило, R-стратегі домінують на ранніх стадіях сукцесії угруповань обростань, а C- та S-стратегі — у більш зрілих угрупованнях [14, 25].

Водночас, польові експерименти із заселення штучних субстратів, проведені угорськими альгологами на р. Дунай [12], показали, що на ранніх стадіях колонізації значну частину угруповання перифітону складають планктонні форми. Крім того, ранніми колонізаторами були великі безшовні та двошовні діатомові, на другій фазі колонізації переважали дрібні двошовні та одношовні діатомові, а в сформованому угрупованні — одно- і двошовні діатомові середнього розміру. При цьому, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, який згідно [14] вважається піонерним видом (R-стратегом), в дослідженні угорських вчених [12] переважав на другій фазі колонізації й віднесений авторами до колонізаторів-індиферентів. Процес колонізації субстратів розпочинався вже впродовж кількох перших годин після початку експозиції. Перші сліди обростань, видимі неозброєним оком, з'явилися на 3—4-й день експозиції, а рання фаза колонізації, за даними авторів, завершується на 7—8-й день експозиції [12].

У більш довгостроковому аспекті процес колонізації субстратів водоростями можна умовно розділити на такі етапи: етап початкової колонізації (3—6 днів), етап формування угруповання (12—18 днів) та етап первинної сукцесії (24—27 днів) [31]. Важливу роль у процесі заселення субстратів відіграють міжвидові взаємодії водоростей [31].

Попри те, що процеси заселення субстратів водоростями активно вивчаються, як зазначалось вище, дана проблематика і досі актуальна та потребує подальших досліджень. Маловивченим питанням є з'ясування ролі інших водоростевих угруповань у поповненні обростань новими видами, зокрема взаємодія між фітопланктоном та фітоепіфітоном [17]. На наш погляд, зазначені процеси доцільно розглядати в контексті теорії метаугруповань, тобто з точки зору обміну потенційно взаємодіючих видів між водоростевими угрупованнями водної товщі, дна та твердих субстратів [11]. До того ж, більшість досліджень процесів колонізації проводилась на штучних інертних субстратах, тоді як значний інтерес становить заселення живих рослинних субстратів у природних умовах.

З огляду на це, метою роботи було простежити у часі послідовність колонізації поверхні вищих водних рослин водоростями з різних екологічних груп, які формують фітоепіфітон, та оцінити роль фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону на розташованих поряд рослинах у заселенні вільної від водоростей поверхні рослинного субстрату.

### Матеріал і методика досліджень

Дослідження процесів заселення вищих водних рослин водоростями обростань проводили на річковій ділянці Канівського водосховища в районі парку «Наталка» в літній сезон 2024 р. Карту-схему району дослідження наведено в нашій попередній публікації [3].

Експеримент тривав 5 тижнів — з 25 червня по 30 липня 2024 р.

На початку дослідження (25 червня, «початок дослідження») за допомогою спеціальної щіточки було відчищено від обростань підводні частини п'яти стебел рогозу вузьколистого (*Typha angustifolia* L.) (надалі — «дослідні рослини»). Відчищені стебла було промарковано. Паралельно відібрано проби фонових угруповань водоростей — фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону (з розташованих поряд рослин, надалі — «фонові рослини»).

Упродовж п'яти наступних тижнів послідовно відбирали проби фітоепіфітону з маркованих дослідних рослин, а також проби фонових угруповань водоростей. Результати I тижня експерименту знімали 02 липня; II тижня — 09 липня; III тижня — 16 липня; IV тижня — 23 липня; V тижня — 30 липня.

Проби фітопланктону відбирали об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> та фіксували 40 %-вим розчином формальдегіду з розрахунку 1:100 та згущували методом седиментації [8]. Проби мікрофітобентосу відбирали мікробентометром МБ-ТЄ в трьох повтореннях та фіксували 40 % розчином формальдегіду з розрахунку 1:10 [8]. Для дослідження фітоепіфітону фрагменти вищих водних рослин (ВВР) довжиною 5—8 см зрізали під водою, поміщали у склянки об'ємом 100 см<sup>3</sup> і заливали дистильованою водою. У лабораторії з рослин зчищали обростання і фіксували 40 %-вим розчином формальдегіду з розрахунку 1:10 [1, 9, 10].

Камеральну обробку проб водоростей проводили в камері Нажотта (об'ємом 0,02 см<sup>3</sup>) під світловими мікроскопами Carl Zeiss (Jena),

МББ-1А, Axio Imager A1 з окулярами 7×, 15× об'єктивами 20×, 40×, 90× (імерсійний) [1, 8]. Для визначення діатомових водоростей виготовляли постійні препарати [6], використовуючи синтетичну діатомову смолу Naphrax фірми Brunel Microscopes LTD (Великобританія) з індексом заломлення світла 1,74.

Таксономічну номенклатуру водоростей наведено відповідно до AlgaeBase станом на серпень 2023 р. [15].

Приуроченість водоростей до різних еколого-морфологічних груп (ЕМГ): планктонів, бентонів, перифітонів визначали відповідно до [23].

Варто зазначити, що в кожній ЕМГ є факультативні форми, які в умовах прибережних зон можуть зустрічатись як на дні, так і в товщі води, на вищих водних рослинах, неживих твердих субстратах. Їх умовно відносять до евритопних форм [23].

Кількісні показники водоростей (чисельність, біомасу) розраховували за допомогою загальноприйнятих методів [1, 8].

Важливим чинником, що впливав на процеси заселення поверхні вищих водних рослин водоростями, було коливання рівня води. Так, за даними Центральної геофізичної обсерваторії НАН України [7] у період проведення досліджень рівень води на гідрологічному посту Київ коливався від 434 см (30 липня) до 471 см (26 червня) (рис. 1). З рисунку видно, що впродовж періоду дослідження рівень води знизився приблизно на 30 см. Якщо на початку дослідження рівень води був на 10—20 см вище за нормальний підпірний рівень (НПР)<sup>3</sup>, то наприкінці V тижня дослідження — майже на 20 см нижче за НПР.

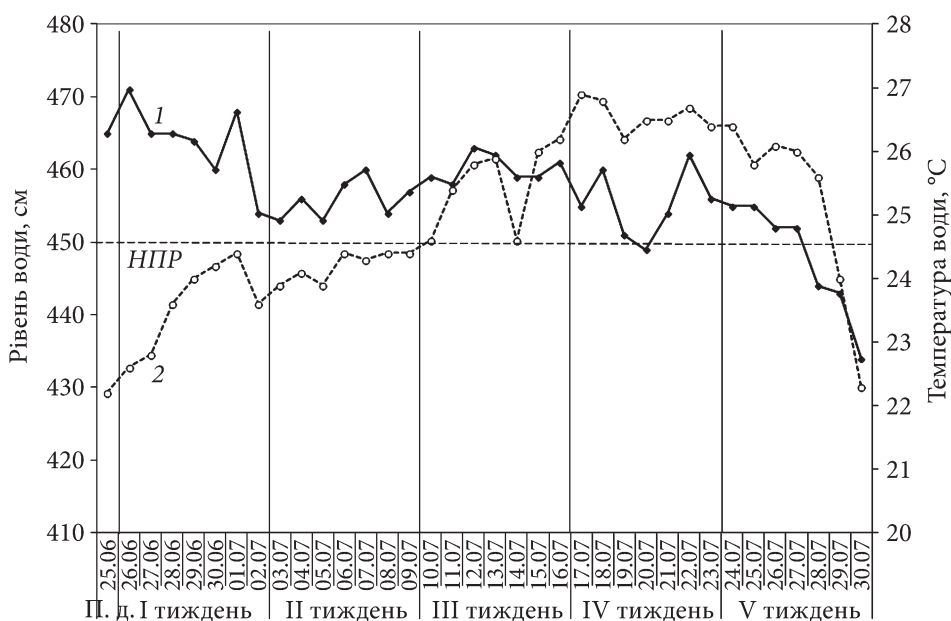
Також особливістю періоду дослідження була аномально висока температура води, максимальні показники якої (26,2—26,9 °С) спостерігались упродовж IV тижня експерименту (див. рис. 1).

### Результати досліджень та їх обговорення

Загалом у ході експерименту на річковій ділянці Канівського водосховища було ідентифіковано 281 вид та внутрішньовидовий таксон водоростей, включно з номенклатурним типом виду (ввт), які відносяться до семи відділів: Cyanobacteria — 30 ввт, Bacillariophyta — 162 ввт, Cryptophyta — 4 ввт, Miozoa — 3 ввт, Ochrophyta — 7 ввт, Chlorophyta — 65 ввт, Euglenozoa — 10 ввт.

За період досліджень у фітоепіфітоні фонових рослин було ідентифіковано 147 ввт з шести відділів: Cyanobacteria — 13 ввт, Bacillariophyta — 104 ввт, Cryptophyta — 1 ввт, Ochrophyta — 1 ввт, Chlorophyta — 24 ввт, Euglenozoa — 4 ввт.

<sup>3</sup> Відповідно до Правил експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду від 27.05.2022 р. [4] нормальний підпірний рівень Канівського водосховища становить 91,5 м Балтійської системи висот. З огляду на те, що відмітка нуля гідрологічного посту Київ — 87,0 м, то за НПР рівень води на гідрологічному посту становитиме 450 см.



**Рис. 1.** Динаміка рівня води (1) і температури води (2) в Канівському водосховищі на гідрологічному посту Київ Центральної геофізичної обсерваторії на 08:00 годину ранку (відмітка нуля гідропосту 87,00 м у Балтійській системі висот) (за даними ЦГО [7]) у період проведення досліджень. Пунктирною лінією позначено рівень води за НПР

Фітоепіфітон на дослідних рослинах налічував 157 ввт з шести відділів: Cyanobacteria — 16 ввт, Bacillariophyta — 112 ввт, Cryptophyta — 1 ввт, Ochrophyta — 2 ввт, Chlorophyta — 19 ввт, Euglenozoa — 7 ввт.

У фітопланктоні виявлено 194 ввт з семи відділів: Cyanobacteria — 18 ввт, Bacillariophyta — 106 ввт, Cryptophyta — 4 ввт, Miozoa — 3 ввт, Ochrophyta — 7 ввт, Chlorophyta — 53 ввт, Euglenozoa — 3 ввт.

Мікрофітобентос загалом представлений 110 ввт з чотирьох відділів: Cyanobacteria — 13 ввт, Bacillariophyta — 91 ввт, Chlorophyta — 5 ввт, Euglenozoa — 1 ввт.

Часову динаміку видового багатства, чисельності та біомаси водоростей у фонових та дослідних водоростевих угрупованнях наведено в таблиці 1.

Кількісні показники розвитку фітоепіфітону та співвідношення таксономічних відділів у їх формуванні в основному узгоджуються з даними, отриманими раніше іншими дослідниками для водоростевих угруповань на повітряно-водних рослинах річкової ділянки Канівського водосховища [16, 18, 19].

Вже наприкінці першого тижня дослідження у фітоепіфітоні на дослідних рослинах нараховувалось 79 ввт водоростей, а отже можна стверджувати, що відбулось успішне заселення новоутворених патчів. Це уз-

Таблиця 1  
Часова динаміка видового багатства, чисельності та біомаси водоростей у фонових та дослідних водоростевих угрупованнях

Угруповання	Тижні	Видове багатство		Чисельність		Біомаса	
		кількість ввг	Суанобacteria : Васіларіорфyta : Chlororophyta, %	тис. кл/дм <sup>3</sup> (тис. кл/10 см <sup>2</sup> )	Суанобacteria : Васіларіорфyta : Chlororophyta, %	мг/дм <sup>3</sup> (мг/10 см <sup>2</sup> )	Суанобacteria : Васіларіорфyta : Chlororophyta, %
ФПл	П. д.	64	8 : 67 : 17	89799	99 : <1 : <1	6,424	90 : 7 : 3
	I	72	4 : 67 : 19	3252	40 : 21 : 28	1,389	4 : 56 : 18
	II	97	8 : 63 : 23	17356	53 : 30 : 16	6,638	8 : 71 : 10
	III	89	4 : 73 : 16	20239	87 : 6 : 6	3,705	47 : 29 : 8
	IV	101	11 : 54 : 30	22118	77 : 8 : 14	3,957	7 : 42 : 43
МФБ	V	72	11 : 71 : 17	19484	93 : 4 : 4	2,453	68 : 22 : 9
	П. д.	38	8 : 89 : 3	514	59 : 40 : 1	0,362	3 : 97 : <1
	I	33	15 : 85 : < 1	1425	41 : 59 : <1	0,777	7 : 93 : <1
	II	53	8 : 89 : 2	1336	25 : 73 : 1	2,333	2 : 96 : <1
	III	59	8 : 85 : 7	2125	38 : 59 : 3	1,346	10 : 89 : 1
ФЕфон.	IV	43	9 : 86 : 5	667	42 : 55 : 3	0,564	5 : 94 : 1
	V	46	7 : 91 : 2	423	8 : 91 : 2	0,464	<1 : 99 : 1
	П. д.	56	4 : 86 : 9	93	2 : 84 : 11	0,074	<1 : 80 : 19
	I	49	2 : 92 : 6	88	2 : 93 : 5	0,149	<1 : 87 : 13

Продовження табл. 1

Угруповання	Тижні	Видове багатство		Чисельність		Біомаса	
		кількість вгв	Суанобacteria : Васіларіорфута : Chlorophyta, %	тис. кл/дм <sup>3</sup> (тис. кл/10 см <sup>2</sup> )	Суанобacteria : Васіларіорфута : Chlorophyta, %	мг/дм <sup>3</sup> (мг/10 см <sup>2</sup> )	Суанобacteria : Васіларіорфута : Chlorophyta, %
ФЕ <sub>досл.</sub>	II	91	8 : 78 : 11	312	51 : 42 : 5	0,170	2 : 91 : 3
	III	80	6 : 79 : 13	206	24 : 65 : 10	0,262	3 : 86 : 11
	IV	44	5 : 80 : 11	50	13 : 71 : 14	0,202	< 1 : 31 : 67
	V	40	13 : 78 : 10	285	61 : 34 : 5	0,141	10 : 88 : 2
	I	79	6 : 78 : 11	422	60 : 33 : 5	0,192	1 : 85 : 12
	II	82	11 : 79 : 7	1027	72 : 26 : 2	0,243	3 : 94 : 2
	III	69	7 : 84 : 3	166	61 : 32 : 5	0,074	2 : 85 : 6
	IV	71	11 : 79 : 4	1627	82 : 17 : 1	0,437	9 : 90 : < 1
	V	41	2 : 95 : 2	47	32 : 64 : 4	0,035	< 1 : 98 : 2

Примітка. П. д. — початок дослідження. Тут і далі: ФПл — фітопланктон, МФБ — мікрофітобентос, ФЕ<sub>фон.</sub> — фітоепіфітон на фоні рослин, ФЕ<sub>досл.</sub> — фітоепіфітон на дослідних рослинах.

годжується з даними інших дослідників [12, 31], які спостерігали завершення ранньої фази колонізації наприкінці першого тижня експозиції субстратів.

Аналіз розподілу видового багатства водоростевих угруповань, що досліджувались, за ЕМГ показав, що у фітопланктоні переважають планктонти (36—50 %) і перифітонти (16—28 %), у мікрофітобентосі — бентонти (30—43 %) та перифітонти (17—33 %), а у фітоепіфітоні — перифітонти (24—37 %), бентонти (16—29 %) та планктонти (12—28 %).

Примітно, що розподіл біомаси водоростей за ЕМГ має дещо інший характер. У фітопланктоні спостерігається домінування планктонтів (77—97 %), у бентосі — бентонтів (14—48 %). На дні евритопні форми формували 29—58 %. Біомасу фітоепіфітону на фонових рослинах формують в основному перифітонти (8—87 %) та евритопні форми (10—60 %), тоді як на дослідних рослинах крім евритопних форм (37—61 %) та перифітонтів (18—44 %) спостерігається значна частка планктонтів (8—23 %). Це узгоджується з літературними даними [12] щодо того, що планктонні форми відіграють важливу роль на ранніх стадіях колонізації субстратів, осідаючи з товщі води на ще незаселену епіфітними формами поверхню рослин. Як приклад, на рисунку 2 представлено розподіл видового багатства та біомаси фітоепіфітону за ЕМГ на фонових та дослідних рослинах.

Наприкінці першого тижня експерименту видове багатство та біомаса фітоепіфітону на дослідних рослинах перевищує аналогічні показники для фітоепіфітону фонових рослин. Проте вже наприкінці третього тижня експерименту біомаса фітоепіфітону на дослідних рослинах суттєво знижується (майже втричі порівняно з другим тижнем) (див. рис. 2, б). Цьому міг посприяти підйом рівня води, який спостерігався на третьому тижні (приблизно на 10 см порівняно з другим тижнем). Ймовірно, підвищення рівня води могло посилити процеси еміграції видів з новосформованого угруповання на дослідних рослинах. Необхідно зважати також на високу температуру води, яка наприкінці третього тижня досягла 26,0—26,2 °C та могла негативно вплинути на розвиток діатомових водоростей — основного компонента фітоепіфітону. Крім того, внаслідок підвищення температури води у фітопланктоні зросла біомаса ціанобактерій — збудників «цвітіння»: *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *M. wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek, які екранують товщу води від сонячної радіації, що також могло пригнічувати розвиток фітоепіфітону.

Для фітоепіфітону на фонових рослинах зниження біомаси на третьому тижні не зареєстровано (див. рис. 2, б). Вочевидь це пов'язано з тим, що угруповання на фонових рослинах формувалось упродовж тривалішого часу і, відповідно, є більш стійким до впливу несприятливих чинників, ніж новосформоване угруповання на дослідних рослинах. Адже, як зазначено у роботі [31], третій тиждень заселення нових субстратів відповідає етапу, коли угруповання ще формується.

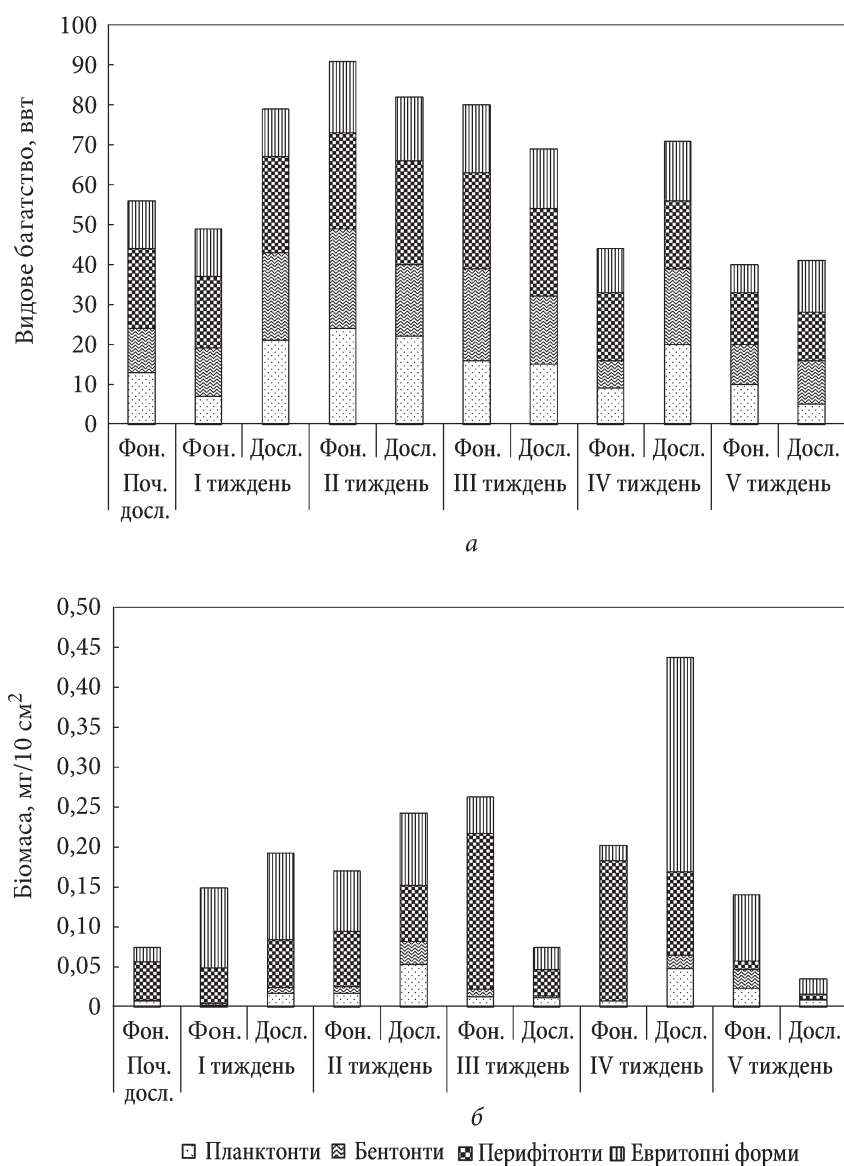


Рис. 2. Розподіл видового багатства (а) та біомаси (б) фітоепіфітону на фонових (фон.) та дослідних рослинах (досл.) за ЕМГ

На четвертому тижні експерименту, який відповідає етапу первинної сукцесії угруповання відповідно до [31], відмічено зростання як видового багатства, так і біомаси фітоепіфітону на дослідних рослинах. Це може бути зумовлено заселенням нових патчів, які звільнились наприкінці третього тижня. У роботі [12] такий процес має назву «реколонізація».

Для дослідження процесів міграції водоростей з планктону, бентосу та епіфітону фонових рослин на вільну від водоростей поверхню дослідних рослин було розраховано яка саме кількість видів складала так

званий «обмінний фонд», тобто була спільною для досліджуваних водоростевих угруповань.

Загалом між фітопланктоном (ФПл) та фітоепіфітоном на фонових рослинах (ФЕ<sub>фон.</sub>) налічувалось 108 спільних видів, а між ФПл та фітоепіфітоном на дослідних рослинах (ФЕ<sub>досл.</sub>) — 114 спільних видів. Між мікрофітобентосом (МФБ) та ФЕ<sub>фон.</sub> було виявлено 75 спільних видів, а між МФБ та ФЕ<sub>досл.</sub> — 74 спільні види. Між фітоепіфітоном на фонових та дослідних рослинах налічувалось 103 спільні види. Отже, фітоепіфітон на дослідних рослинах мав більшу кількість спільних видів з фітопланктоном та фітоепіфітоном на фонових рослинах і меншу кількість спільних видів — з мікрофітобентосом.

Серед видів, спільних для угруповань, що досліджувались, практично рівною мірою були присутні представники всіх ЕМГ: планктонти, бентонти, перифітонти та евритопні форми (рис. 3).

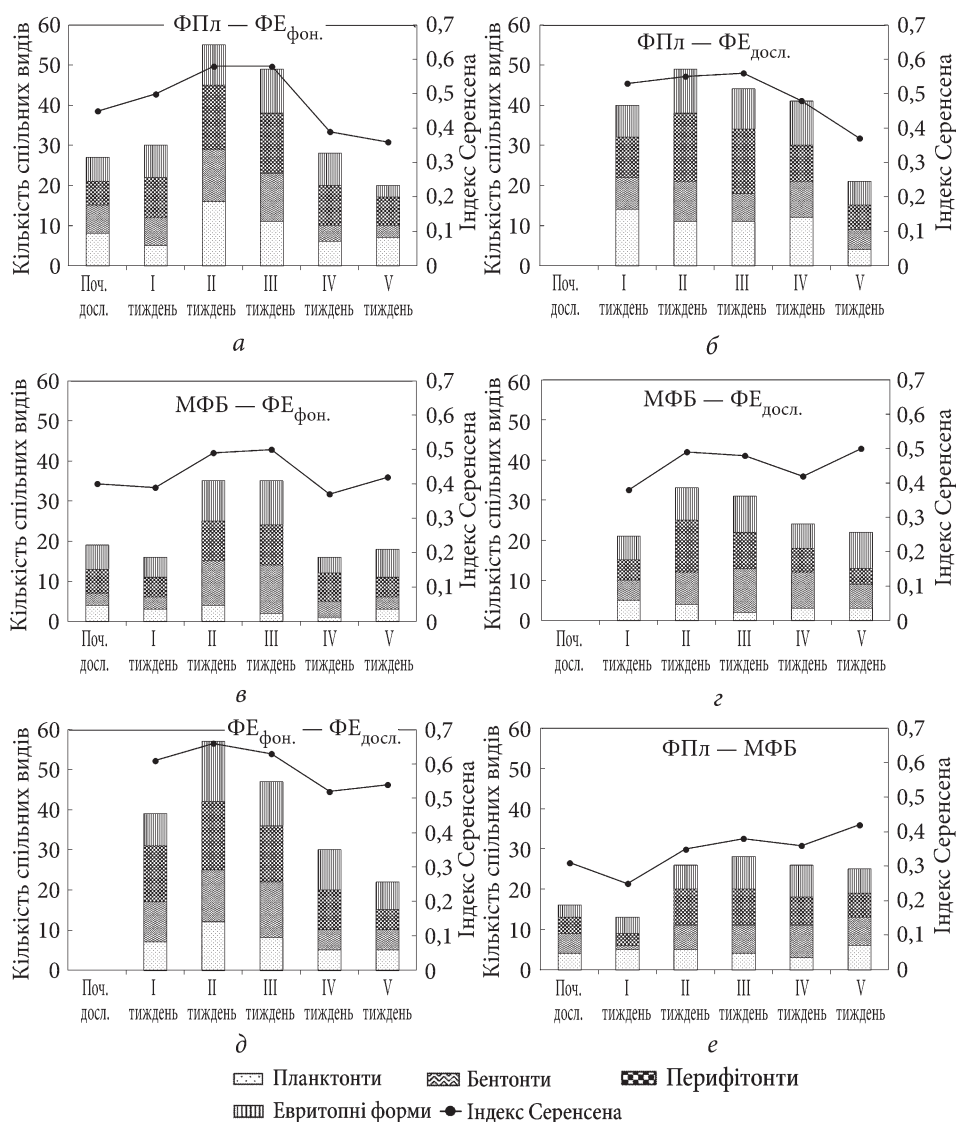
Це може бути наслідком інтенсивних гідродинамічних процесів на літоралі на тлі внутрішньодобових коливань рівня води (див. рис. 1), що призводить до прискорення обміну видів між водоростевими угрупованнями різних екологічних груп.

Розрахунок індексу подібності Серенсена (*Sor*) для кожного тижня дослідження показав наступне. Найнижчі величини індексу відмічено між мікрофітобентосом та фітоепіфітоном: для пари МФБ/ФЕ<sub>фон.</sub> — 0,37—0,50; для пари МФБ/ФЕ<sub>досл.</sub> — 0,38—0,50. Більш високі величини індексу спостерігаються між фітопланктоном та фітоепіфітоном: для пари ФПл/ФЕ<sub>фон.</sub> — 0,36—0,58; для пари ФПл/ФЕ<sub>досл.</sub> — 0,37—0,56. Найвищі величини індексу зареєстровано між фітоепіфітоном фонових і дослідних рослин: 0,52—0,66 (див. рис. 3).

Досить показовим є те, що найвищі величини індексу Серенсена між фітопланктоном і фітоепіфітоном спостерігались на II і III тижнях експерименту, тоді як на IV і V тижнях видова подібність знижувалась. Водночас у парах угруповань мікрофітобентос — фітоепіфітон, фітопланктон — мікрофітобентос підвищення індексу подібності відмічено на II, III та IV тижнях експерименту.

Відповідно до отриманих результатів було зроблено припущення, що підвищення та зниження індексу подібності між водоростевими угрупованнями можуть бути пов'язані з гідрологічним чинником, а саме з коливаннями рівня води (див. рис. 1). Проведений кореляційний аналіз частково підтвердив це припущення (табл. 2).

У результаті встановлено обернену кореляцію між  $C_V$  рівня води та індексом Серенсена між фітопланктоном та фітоепіфітоном (як на фонових, так і на дослідних рослинах). Цілком імовірно, що при збільшенні амплітуди коливань рівня води порушується природний процес осідання водоростей з планктону на поверхню вищих водних рослин. Так, під час II і III тижнів дослідження, коли рівень води був відносно стабільним, коефіцієнт варіації  $C_V$  рівня води був низьким і становив 0,4—0,6 %. Відповідно, індекс Серенсена, наприклад, між ФПл і ФЕ<sub>досл.</sub> дорівнював 0,55—0,56. Для порівняння — упродовж V тижня коефіцієнт варіації



**Рис. 3.** Кількість спільних видів з різних ЕМГ та індекс подібності Серенсена між досліджуваними угрупованнями упродовж експерименту: а — ФПл — ФЕ<sub>фон.</sub>; б — ФПл — ФЕ<sub>досл.</sub>; в — МФБ — ФЕ<sub>фон.</sub>; г — МФБ — ФЕ<sub>досл.</sub>; д — ФЕ<sub>фон.</sub> — ФЕ<sub>досл.</sub>; е — ФПл — МФБ

рівня води досягав 2 %, а індекс Серенсена між ФПл і ФЕ<sub>досл.</sub> знижувався до 0,37 (рис. 4).

До того ж встановлено і тенденцію до оберненої кореляції між рівнем води та індексом Серенсена між фітопланктоном і мікрофітобентосом, а також між мікрофітобентосом та фітоепіфітоном (див. табл. 2, рис. 5).

При зниженні рівня води, яке відмічено на V тижні дослідження до 448±3 см, спостерігалось зростання подібності видового складу між мік-

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між індексом Серенсена для водоростевих угруповань і гідрологічними показниками: середнім рівнем води за тиждень та коефіцієнтом варіації рівня води за тиждень ( $C_V$ , %)

Індекс Серенсена	Середній рівень води, см	$C_V$ рівня води, %
ФПл/ФЕ <sub>фон.</sub>	$r = 0,64; p = 0,23$	$r = -0,86; p = 0,06$
ФПл/ФЕ <sub>досл.</sub>	$r = 0,82; p = 0,08$	<b><math>r = -0,96; p = 0,007</math></b>
МФБ/ФЕ <sub>фон.</sub>	$r = 0,06; p = 0,92$	$r = -0,52; p = 0,36$
МФБ/ФЕ <sub>досл.</sub>	$r = -0,66; p = 0,22$	$r = 0,12; p = 0,84$
ФЕ <sub>фон.</sub> /ФЕ <sub>досл.</sub>	$r = 0,54; p = 0,33$	$r = -0,69; p = 0,20$
ФПл/МФБ	$r = -0,84; p = 0,07$	$r = 0,33; p = 0,58$

Примітка. Коефіцієнт кореляції з рівнем значущості  $\leq 0,05$  позначено напівжирним шрифтом.

рофітобентосом і фітопланктоном, а також між мікрофітобентосом і фітоепіфітоном. Водночас подібність між фітопланктоном та фітоепіфітоном, навпаки, знижується. Тобто, при зниженні рівня води відбувається міграція донних водоростей до водної товщі і, відповідно, заселення ними поверхні водних рослин.

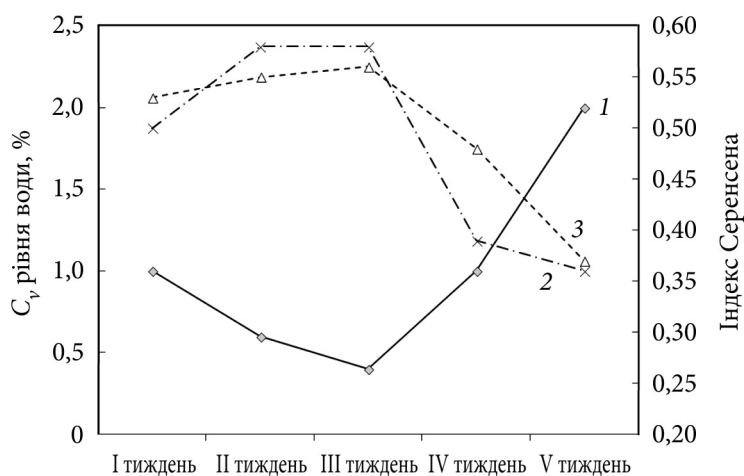
Розраховані коефіцієнти кореляції є вищими для фітоепіфітону на дослідних рослинах, ніж на фонових (див. табл. 2). Це може свідчити про те, що на дослідних рослинах процеси імміграції більш виражені, оскільки угруповання ще знаходиться на стадії формування.

Графічну інтерпретацію індексу Серенсена між досліджуваними водоростевими угрупованнями у вигляді дендрограми наведено на рисунку 6.

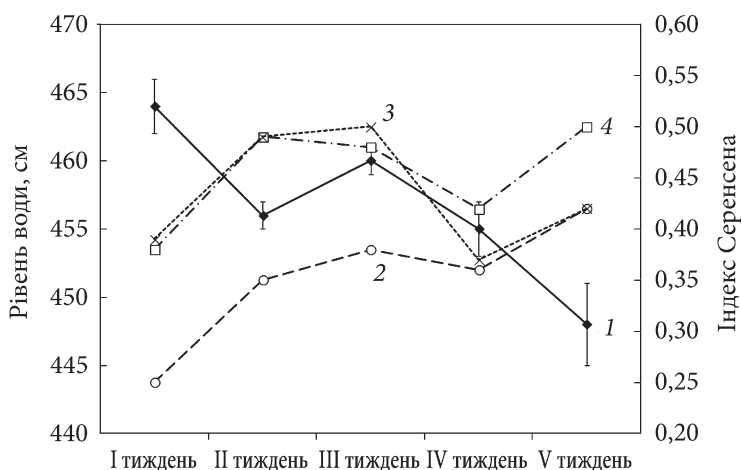
Угруповання фітоепіфітону з початку дослідження до IV тижня включно об'єднуються в кластер з фітопланктоном (великий кластер у лівій частині дендрограми), оскільки впродовж цього періоду переважали процеси імміграції видів з фітопланктону. У той же час, проби фітоепіфітону на V тижні дослідження досить показово об'єднуються в кластер з мікрофітобентосом (кластер у правій частині дендрограми), оскільки при значному зниженні рівня води переважали процеси імміграції видів з мікрофітобентосу (див. рис. 6).

Отже, в умовах верхньої частини Канівського водосховища вільна від водоростей поверхня вищих водних рослин заселяється переважно внаслідок надходження водоростей з товщі води (фітопланктону) та з епіфітону з фонових рослин, меншою мірою — через надходження водоростей з дна (мікрофітобентосу).

Фітопланктону також належить важлива роль як посередника при міграції водоростей з фонових рослин (зайняті патчі) на дослідні (незайняті патчі), тому що водорості спочатку потрапляють з фонових рослин до товщі води, а вже згодом осідають на дослідних рослинах. Відповідно,



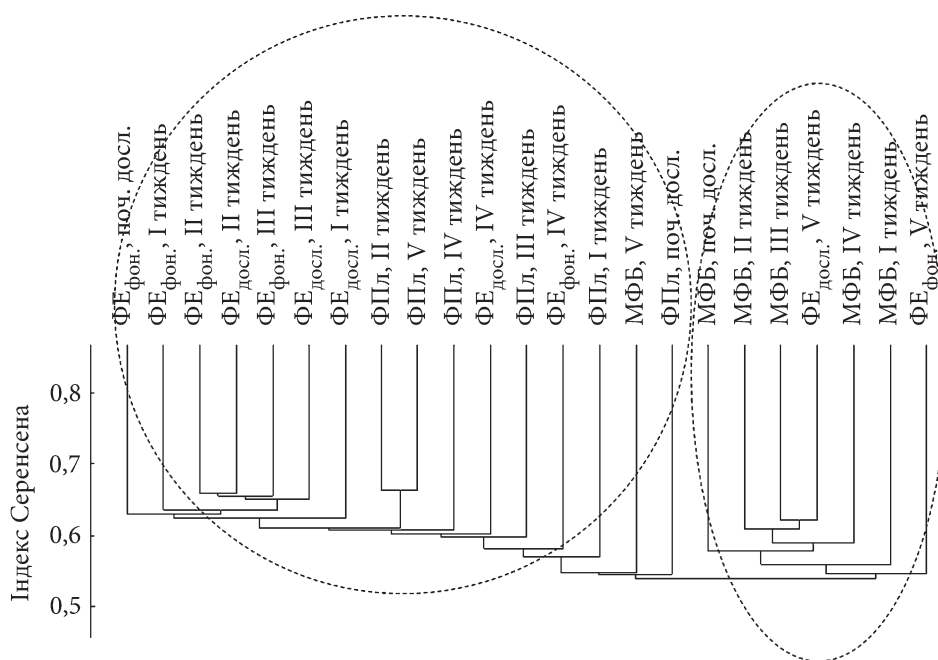
**Рис. 4.** Динаміка коефіцієнту варіації ( $C_v$ ) рівня води (1) та індексу подібності Серенсена між ФПл та ФЕ<sub>фон.</sub> (2) і ФПл та ФЕ<sub>досл.</sub> (3)



**Рис. 5.** Динаміка рівня води (1) та індексу подібності Серенсена між ФПл та МФБ (2), між МФБ і ФЕ<sub>фон.</sub> (3) і між МФБ і ФЕ<sub>досл.</sub> (4)

частка перифітонтів серед спільних видів між фітопланктоном, фітоепіфітоном та мікрофітобентосом є значною.

Відомо [12], що збільшення кількості водоростей на субстраті зумовлено процесами імміграції та ділення клітин, а зменшення — процесами еміграції, виїдання безхребетними та локального вимирання. Диференціювати зазначені процеси досить складно. Проте деяке уявлення про ці процеси можна отримати, проаналізувавши відмінності у видовому складі фітоепіфітону дослідних рослин упродовж періоду дослідження, а також відмінності між ФЕ<sub>фон.</sub> і ФЕ<sub>досл.</sub>



**Рис. 6.** Дендрограма подібності за індексом Серенсена водоростевих угруповань планктону, бентосу та епіфітону на фонових і дослідних рослинах під час експерименту. ФПл — фітопланктон, ФЕ<sub>фон.</sub> — фітоепіфітон на фонових рослинах, ФЕ<sub>досл.</sub> — фітоепіфітон на дослідних рослинах, МФБ — мікрофітобентос

Як було зазначено вище, найбільші відмінності у видовому складі фітоепіфітону фонових і дослідних рослин спостерігались на I тижні (первинна колонізація) та IV тижні (реколонізація).

На I тижні дослідження у фітоепіфітоні на дослідних рослинах було ідентифіковано 79 ввт водоростей, тоді як у фітоепіфітоні на фонових рослинах — 49 ввт. Встановлено, що 40 ввт були зареєстровані лише на дослідних рослинах і не зустрічались на фонових. Їхній розподіл за ЕМГ був наступним: планктонти — 14 ввт (35 %), бентонти — 12 ввт (30 %), перифітонти — 10 ввт (25 %). До евритопних форм належало 4 ввт (10 %).

Надалі, упродовж II і III тижня експерименту з 14 ввт планктонтів залишилось лише 3 ввт (*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen та види з родів *Cryptomonas*, *Oscillatoria*). Інші 11 ввт планктонтів за ці два тижні емігрували в звичне для себе середовище — у товщу води, оскільки вони не мають спеціальних пристосувань до стійкого утримання на поверхні стебел вищих водних рослин. Це, зокрема, представники таких відділів, як Cyanobacteria (*Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli, *Coelomoron pusillum* (Van Goor) Komárek), Euglenozoa (*Astasia* sp., *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg) та Chlorophyta (*Coelastrum microporum* Nägeli, *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova, *Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komarkova-Legnerova). З перифітонтів залишилось

4 ввт (25 %): *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *Encyonema ventricosum* (C.Agardh) Grunow, *Gomphonema angustum* C.Agardh, з бентонтів — 6 ввт (38 %): *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Luticola mutica* (Kützing) D.G.Mann, *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski, *Navicula radiosa* Kützing. З евритопних форм залишилось 3 ввт (19 %): *Encyonema leibleinii* (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig & M.Menezes, *Tabularia tabulata* (C.Agardh) Snoeijis, *Navicula cryptocephala* Kützing.

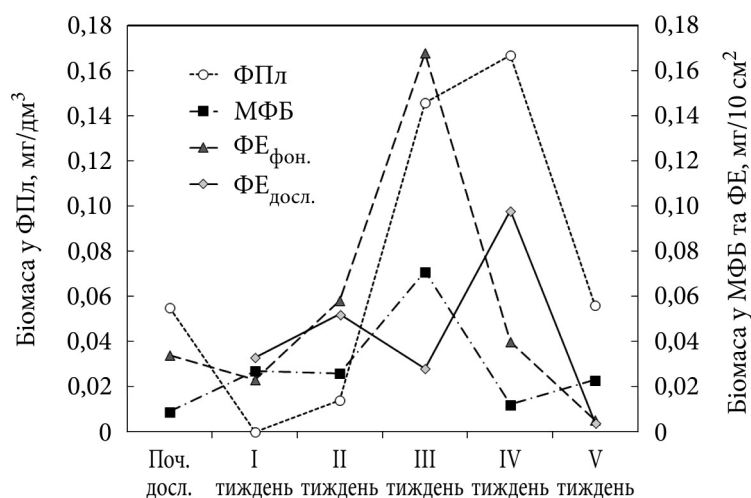
Загалом, з 40 ввт, які на I тижні були виявлені на дослідних, але не виявлені на фонових рослинах, на II тижні на дослідних рослинах залишилось 13 ввт, на III тижні — 11 ввт, на IV тижні — 9 ввт і на V тижні — 7 ввт. Отже, можна припустити, що під час колонізації субстратів відбувається процес сортування видів, тобто види займають найбільш сприятливі для них біотопи.

Також значні відмінності між фітоепіфітоном на фонових і дослідних рослинах було зареєстровано на IV тижні дослідження (етап реколонізації, зумовлений зниженням біомаси та звільненням нових патчів). Так, у ФЕ<sub>досл.</sub> було виявлено 41 ввт, які не зустрічались у ФЕ<sub>фон.</sub> Серед них були присутні планктони (15 ввт), бентонти (14 ввт), перифітони (7 ввт) та евритопні форми (5 ввт). На V тижні дослідження із зазначеної кількості таксонів залишилось 8 ввт, з яких планктонів — 3 ввт, бентонтів — 3 ввт, евритопних форм — 2 ввт. Наведені дані показують, що найбільш виражені процеси міграції характерні для планктонів і бентонтів. Тобто, специфічні гідрологічні умови у верхній частині Канівського водосховища, що формуються в першу чергу внаслідок внутрішньодобових коливань швидкості течії та рівня води, зумовлених піковим режимом роботи Київської ГЕС [2, 30], безпосередньо впливають на процеси колонізації субстратів водоростями.

При вивченні процесів колонізації важливу інформацію дає аналіз динаміки кількісних показників домінуючих видів. Як приклад було розглянуто часову динаміку біомаси трьох видів-домінантів, які формували значну частку біомаси фітоепіфітону на дослідних рослинах: *Cocconeis placentula*, *Melosira varians* C.Agardh, *Aulacoseira italica*.

*Cocconeis placentula* (частка в біомасі ФЕ<sub>досл.</sub> від 12 до 38 %) — відноситься до R-стратегів, міцно прикріплюється до субстрату та характеризується високою швидкістю колонізації [14, 25]. Коливання біомаси *C. placentula* під час експерименту виявляли ознаки синхронності у різних водоростевих угрупованнях (рис. 7).

Так, на III тижні дослідження пік біомаси цього виду спостерігався у фітоепіфітоні на фонових рослинах, мікрофітобентосі й фітопланктоні, на IV тижні — у фітопланктоні та фітоепіфітоні дослідних рослин. На V тижні дослідження біомаса *C. placentula* знижувалась в усіх угрупованнях. Причиною такої синхронності може бути як вплив зовнішніх чинників (температура води, коливання рівня води, гідрохімічний режим тощо), так і процеси обміну видами між фітопланктоном, мікрофітобен-



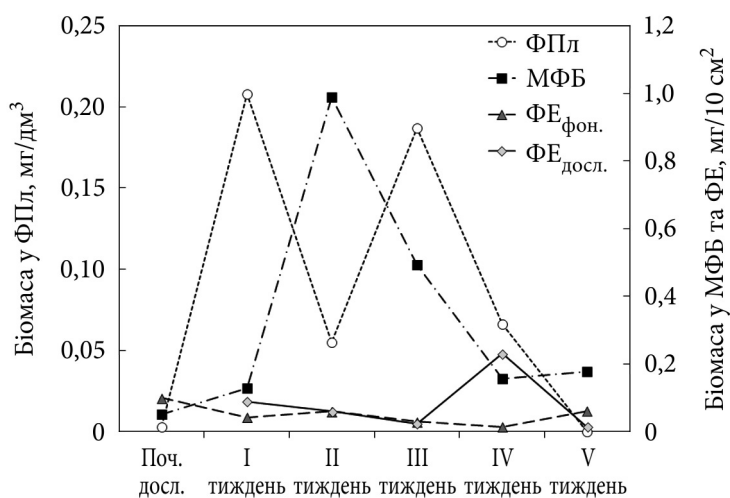
**Рис. 7.** Часова динаміка біомаси *Cocconeis placentula* у фітопланктоні (1), мікрофітобентосі (2) та фітоепіфітоні на фонових (3) та дослідних рослинах (4) під час експерименту

тосом і фітоепіфітоном. Фітоепіфітон фонових рослин може відігравати роль основного джерела надходження *C. placentula* до товщі води, на дно та на поверхню дослідних рослин. Примітним є те, що на IV тижні біомаса *C. placentula* знижувалась у фітоепіфітоні фонових рослин і в мікрофітобентосі, проте зростала у фітоепіфітоні дослідних рослин і фітопланктоні. Імовірно це пов'язано з різкими зниженнями та підйомами рівня води, що спостерігались упродовж IV тижня (див. рис. 1) і могли сприяти процесам еміграції виду з дна та поверхні рослин до товщі води, звідки цей вид міг переходити на поверхню дослідних рослин.

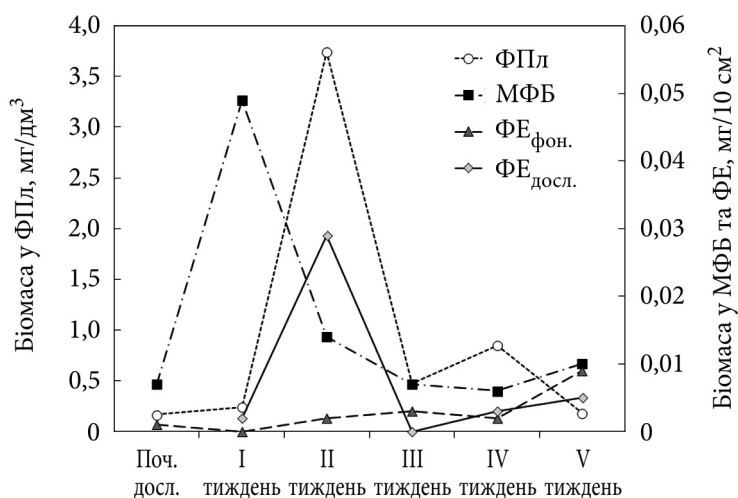
*Melosira varians* (частка в біомасі ФЕ<sub>досл.</sub> 24—52 %) — центрична діатомова водорість, відноситься до С-стратегів, характеризується невисокою швидкістю колонізації, проте є ефективним конкурентом за світло та біогенні елементи, зазвичай формує ланцюжки, які можуть «заплутуватись» у матриці фітоепіфітону [14, 25]. Іміграція *M. varians* у фітоепіфітон дослідних рослин відбувається ймовірно з бентосу, оскільки в донних угрупованнях її біомаса є досить високою (рис. 8).

З рисунку 8 видно, що коливання біомаси *M. varians* у фітоепіфітоні дослідних рослин характеризувались двома піками: на I та IV тижнях. При цьому у ФЕ<sub>досл.</sub> біомаса цього виду була більшою, ніж у ФЕ<sub>фон.</sub> Як було показано вище, впродовж I тижня дослідження відбувалась первинна колонізація вільної від водоростей поверхні рослин, а впродовж IV тижня — «реколонізація» після різкого зниження біомаси на III тижні. Отже, піки *M. varians* у ФЕ<sub>досл.</sub> можуть бути пов'язані із заселенням вільних патчів.

*Aulacoseira italica* (частка в біомасі ФЕ<sub>досл.</sub> від <1 до 14 %) — так само, як і *M. varians*, центрична діатомова водорість, яка утворює ланцюжкові



**Рис. 8.** Часова динаміка біомаси *Melosira varians* у фітопланктоні (1), мікрофітобентосі (2) та фітоепіфітоні на фонових (3) та дослідних рослинах (4) під час експерименту



**Рис. 9.** Часова динаміка біомаси *Aulacoseira italica* у фітопланктоні (1), мікрофітобентосі (2) та фітоепіфітоні на фонових (3) та дослідних рослинах (4) під час експерименту

колонії, проте, на відміну від *M. varians*, є типовим планктонтом. Оскільки під час проведення досліджень *A. italica* інтенсивно вегетувала в товщі води (рис. 9), її осідання на поверхню рослин було цілком прогнозованим, що може розглядатися як прояв мас-ефекту. Біомаса *A. italica* у фітоепіфітоні дослідних рослин тісно корелювала з біомасою цього виду у фітопланктоні ( $r = 0,97$ ;  $p = 0,007$ ). Зокрема, на II тижні дослідження відмічено максимальні показники біомаси *A. italica* у фітопланктоні

(3,743 мг/дм<sup>3</sup>, 56 % біомаси) та у фітоепіфітоні дослідних рослин (0,029 мг/10 см<sup>2</sup>, 12 %). Водночас, для фітоепіфітону фонових рослин такої кореляції не встановлено, оскільки на фонових рослинах угруповання водоростей є більш стабільними, сформованими впродовж тривалого часу, та в них менш виражений мас-ефект і більш виражені процеси сортування видів.

### Висновки

Дослідження колонізації *Typha angustifolia* L. водоростями різних екологічних груп у верхній частині Канівського водосховища показало, що процес заселення рослинного субстрату відбувається в основному завдяки імміграції водоростей з фітопланктону та епіфітону з фонових рослин, меншою мірою — з мікрофітобентосу.

Встановлено, що специфічні гідрологічні умови на річковій ділянці Канівського водосховища, зокрема внутрішньодобові коливання швидкості течії та рівня води, безпосередньо впливають на процеси колонізації субстратів водоростями. За підвищеного рівня води і незначної амплітуди його коливань у фітоепіфітоні переважає імміграція видів з фітопланктону, а за різкого зниження рівня води — надходження видів з мікрофітобентосу.

Уже наприкінці I тижня експозиції на дослідних рослинах відбулось заселення вільної поверхні (початкова колонізація). Новоутворене угруповання було представлено 79 ввт водоростей, а у його домінуючому комплексі були присутні як R-стратегі (такі як *Cocconeis placentula*), так і C-стратегі (*Melosira varians*). На III тижні експозиції відбулось суттєве зниження біомаси новоутвореного угруповання, що може бути пов'язано з впливом зовнішніх чинників (підйомом рівня води, аномально високою температурою, «цвітінням» води). Проте вже на IV тижні відбулась «реколонізація» звільнених патчів.

Показано, що імміграція R-стратега *Cocconeis placentula* на дослідні рослини відбувається з фонових рослин, C-стратега *Melosira varians* — з бентосу, а типового планктонта *Aulacoseira italica* — з товщі води. Біомаса *A. italica* у фітоепіфітоні дослідних рослин тісно корелювала з біомасою цього виду у фітопланктоні ( $r = 0,97$ ;  $p = 0,007$ ), що можна розглядати як прояв мас-ефекту. Для фітоепіфітону фонових рослин такої кореляції не встановлено, оскільки на фонових рослинах угруповання водоростей є більш стабільними, сформованими впродовж тривалого часу, і, як наслідок, в них менш виражений мас-ефект, а більш виражені процеси сортування видів.

### Список використаної літератури

1. Давидов О.А. Епіфітні угруповання водоростей / Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ: ЛОГОС, 2006. С. 33—37.
2. Дубняк С.С. Гідродинаміка мілководь дніпровських водосховищ, її екологічна роль : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Київ, 1997. 17 с.

3. Жорова А.В., Григор'єва Г.Є., Семенюк Н.Є. та ін. Просторова динаміка та взаємозв'язки контурних водоростевих угруповань верхньої частини Канівського водосховища (р. Дніпро, Україна). *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61, № 2. С. 3—27.
4. Правила експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду від 27.05.2022 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0704-22#Text>.
5. Протасов А.А. Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 307 с.
6. Топачевський О.В., Оксіюк О.П. Діатомові водорості — Bacillariophyta (Diatomeae). Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. Вип. 11. 411 с.
7. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Інформація щодо рівня води та температури р. Дніпро (Канівське вдсх.), опадів на гідрологічному посту Київ Центральної геофізичної обсерваторії, розташованому на Венеціанському острові нижче мосту метро на 8 годину ранку. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/hidrolohichna/posluhy> (дата звернення: 01.08.2024).
8. Щербак В.І. Фітопланктон. Фітомікробентос / Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ: ЛОГОС, 2006. С. 8—32.
9. Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Ларіонова Д.П. Сучасна характеристика фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону Канівського водосховища. Повідомлення 1: Таксономічне, екологічне різноманіття та просторовий розподіл. *Альгологія*. 2023. Т. 33, № 3. С. 147—184.
10. Щербак В.І., Семенюк Н.Є., Давидов О.А., Ларіонова Д.П. Сучасна характеристика фітопланктону, мікрофітобентосу та фітоепіфітону Канівського водосховища. Повідомлення 2: Абіотичні чинники, кількісне різноманіття, домінуючий комплекс, трофічність та оцінка якості водного середовища. *Альгологія*. 2023. Т. 33, № 4. С. 1—32.
11. Юришинець В.І., Семенюк Н.Є., Щербак В.І. та ін. Деякі актуальні проблеми застосування теорії метаугруповань при комплексному вивченні фітопланктону, мікрофітобентосу, фітоперіфітону континентальних водних екосистем. *Укр. журн. природ. наук.* 2024. № 9. С. 56—73. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.9.2024.6>.
12. Ács É., Kiss K. Colonization process of diatoms on artificial substrates in the River Danube near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia*. 1993. Vol. 269/270. P. 307—315. <https://doi.org/10.1007/BF00028029>.
13. Ács É., Kiss K.T., Szabó K., Makk J. Short-term colonization sequence of periphyton on glass slides in a large river. *Algological Studies*. 2000. Vol. 100. P. 135—156. [https://doi.org/10.1127/algol\\_stud/100/2000/135](https://doi.org/10.1127/algol_stud/100/2000/135).
14. Biggs B.J.F., Stevenson R.J., Lowe R.L. A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Arch. Hydrobiol.* 1998. Vol. 143, N 1. P. 21—56. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/143/1998/21>.
15. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2023. URL: <http://www.algaebase.org>.
16. Klochenko P., Shevchenko T. Distribution of epiphytic algae on macrophytes of various ecological groups (the case study of water bodies in the Dnieper River basin). *Oceanol. Hydrobiol. St.* 2017. Vol. 46, Iss. 3. P. 283—293. <https://doi.org/10.1515/ohs-2017-0030>.
17. 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. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v49.i4.50>.
18. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Tarashchuk O.S. Phytoepiphyton of the additional net of the Kanev Reservoir. *Ibid.* 2016. Vol. 52, N 3. P. 22—37. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v52.i3.30>.
19. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Tarashchuk O.S. Phytoepiphyton of the main riverbed of the river section of the Kanev Reservoir. *Ibid.* 2017. Vol. 53, N 6. P. 26—36. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v53.i6.30>.

20. Kwan-sing Lam P., Lei A. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. *Diatom Res.* 1999. Vol. 14, N 2. P. 307—322. <http://doi.org/10.1080/0269249X.1999.9705472>.
21. Lee K., Yoon S.-K., Ki J.-S., Han M.-S. Ecological studies on Togyo Reservoir in Chulwon, Korea. VII. The colonization of epilithic algae on artificial substrata (tiles) at mesocosm. *Algae.* 2004. Vol. 19, N 2. P. 107—114. <https://doi.org/10.4490/ALGAE.2004.19.2.107>.
22. Lock M.C., Van der Geest H.G., Lazonder K. Early colonization of algal communities on polyurethane bonded aggregate: a field and laboratory study. *J. Coast. Res.* 2009. Vol. 56. P. 438—442.
23. 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. <https://doi.org/10.1615/HydroBJ.v45.i2.20>.
24. Peterson Ch.G. Mechanisms of lotic microalgal colonization following space-clearing disturbances acting at different spatial scales. *Oikos.* 1996. Vol. 77. P. 417—435. <https://doi.org/10.2307/3545932>.
25. Pfeiffer T.Ž., Mihaljević M., Stević F., Špoljarić D. Periphytic algae colonization driven by variable environmental components in a temperate floodplain lake. *Ann. Limnol. — Int. J. Lim.* 2013. Vol. 49. P. 179—190. <https://doi.org/10.1051/limn/2013050>.
26. Poff N.L., Voelz N.J., Ward J.V., Lee R.E. Algal colonization under four experimentally-controlled current regimes in high mountain stream. *J. North Amer. Benthol. Soc.* 1990. Vol. 9, N 4. P. 303—318. <https://doi.org/10.2307/1467898>.
27. Protasov O.O., Morozovska I.O., Rogalskiy S.P. Dynamics of zooperiphyton communities' development on inert substrate and antifouling coating in the reservoir. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 2. P. 36—53. <https://doi.org/10.1615/HydroBJ.v57.i2.40>.
28. Prygiel J., Coste M. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées. NF T 90-354. Étude Agences de l'Eau. Cemagref Bordeaux, 2000.
29. Rodrigues dos Santos T., Ferragut C. The successional phases of a periphytic algal community in a shallow tropical reservoir during the dry and rainy seasons. *Limnetica.* 2013. Vol. 32, N 2. P. 337—352. <https://doi.org/10.23818/limn.32.26>.
30. Timchenko V.M., Dubniak S.S. Ecological aspects of the hydrological regime of the Kiev section of the Kanev Reservoir. *Hydrobiol. J.* 2001. Vol. 37, N 5. P. 67—78. <https://doi.org/10.1615/HydroBJ.v37.i5.60>.
31. Zhu Y., Tu X., Bi Y. et al. Competition in the periphytic algal community during the colonization process: evidence from the world's largest water diversion project. *Plants.* 2024. Vol. 13. 2067. <https://doi.org/10.3390/plants13152067>.

Надійшла 27.03.2025

*N.Ye. Semenyuk*, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: natasemenyuk@gmail.com  
ORCID 0000-0003-4447-3507

*O.A. Davydov*, PhD (Biol.), Senior Researcher, Senior Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: davydovoleg01@gmail.com  
ORCID 0009-0004-2381-723X

*H.Ye. Hryhoriyeva*, Post-Graduate Student,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: annanika2930@gmail.com  
ORCID 0000-0002-6406-1166

*A.V. Zhorova*, Post-Graduate Student,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: annazhorova3417@gmail.com  
ORCID 0000-0001-5240-4443

*E.Sh. Koziychuk*, PhD (Biol.), Junior Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: elina.koziychuk@gmail.com  
ORCID 0009-0002-5762-938X

PROCESS OF *TYPHA ANGUSTIFOLIA* L. COLONIZATION BY ALGAE OF  
VARIOUS ECOLOGICAL GROUPS IN THE RIVER SECTION OF KANIV  
RESERVOIR (THE DNIPRO RIVER, UKRAINE)

The paper considers the processes of *Typha angustifolia* L. colonization by algae in the river section of Kaniv Reservoir. At the end of the 1<sup>st</sup> week of exposure the experimental plants' free surface was colonized by algae (primary colonization), the species richness of the newly formed community comprised 79 species and infraspecific taxa, and the biomass reached 0.192 mg/10 cm<sup>2</sup>. At the 3<sup>rd</sup> week of exposure the phytoepiphyton biomass on the experimental plants declined significantly, however at the 4<sup>th</sup> week "recolonization" of the free patches took place. The diurnal flow velocity and water level fluctuations directly affect the colonization processes. When the water level is high and its fluctuations are insignificant, phytoplankton and phytoepiphyton on neighbor plants are the main sources of species immigration to phytoepiphyton on the experimental plants, and when the water level drops down abruptly, species mainly immigrate from microphytobenthos. Migration of typically planktonic *Aulacoseira italica* to the surface of the plant substrata can be considered as mass effect. There was a strong direct correlation between *A. italica* biomass in the phytoepiphyton on experimental plants and its biomass in phytoplankton ( $r=0.97$ ;  $p=0.007$ ). No such correlation has been found for phytoepiphyton on "reference plants", because their phytoepiphyton communities had been forming for a longer time, with species sorting processes prevailing.

**Keywords:** colonization, metacommunities, phytoepiphyton, phytoplankton, microphytobenthos, species sorting, mass effect, Kaniv Reservoir.