

УДК 574.586:574.63:627.81

**І.О. МОРОЗОВСЬКА**, к. б. н., в. о. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: miris\_ka@ukr.net  
ORCID 0000-0003-1795-7485

**О.О. ПРОТАСОВ**, д. б. н., проф., пров. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна  
e-mail: labtech-hb@ukr.net  
ORCID 0000-0002-0204-2007

## **ЗООПЕРИФІТОН У ГЕТЕРОГЕННИХ УМОВАХ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ У ВОДОЙМІ-ОХОЛОДЖУВАЧІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТАНЦІЇ**

---

*Наведено результати досліджень зооперифітону на техногенних та природних субстратах по периметру водойми-охолоджувача енергетичної станції. Знайдено 24 нижчих ідентифікованих таксони (НІТ) безхребетних, більшість з яких були рухливими формами. Аналіз подібності складу зооперифітону показав, що в досить однорідних за якістю субстрату біотопах (бетонне облицювання греблі) подібність між населенням безхребетних на станціях була меншою, ніж в літоральній зоні, де перифітон був локалізований як на природному рослинному, так і на антропогенних субстратах. Закономірної зміни рясності на різних субстратах не було виявлено, найбільша біомаса була відмічена як на техногенних (97 г/м<sup>2</sup>), так і на природних субстратах (77 г/м<sup>2</sup>). Зроблено висновок, що для зооперифітону даної технічної водойми, біотопи якої в першому наближенні можуть бути представлені двома типами: бетонне облицювання греблі та літоралі, що заросла гелофітами (рогоз та очерет), притаманна мозаїчна структура, яка є більш складною ніж макроструктура біотопів.*

**Ключові слова:** зооперифітон, водойма-охолоджувач, енергетична станція, екологічний континуум, біотопи перифітону.

Перифітон, як специфічна екологічна група гідробіонтів, відіграє важливу і різноманітну роль у водних екосистемах. До його угруповань входять як прикріплені, так і рухливі форми. Організми перифітону населяють практично всі тверді субстрати, що потрапляють у воду [5, 11, 15]. Угруповання перифітону впливають на важливі показники водного сере-

---

Ц и т у в а н н я: Морозовська І.О., Протасов О.О. Зооперифітон у гетерогенних умовах техногенних та природних біотопів у водоймі-охолоджувачі енергетичної станції. *Гідробіол. журн.* 2026. Т. 62, № 4. С. 37—49.

довища [12, 13]. Існує концепція щодо формування перифітонних угруповань виключно мікроформами [15], але слід зазначити, що всі угруповання перифітону на перших етапах формуються внаслідок колонізації субстратів мікроформами (водорості, ювенільні стадії окремих безхребетних та їхні личинки, флотобласти мохуваток, гемули губок та ін.). Далі відбувається їх ріст та накопичення біомаси до певного, часом дуже значного рівня. Перифітон у технічних водоймах має характерну просторову неоднорідність (або, навпаки — однорідність), пов'язану з розподілом і якістю твердих субстратів, як природних (макрофіти, залишки дерев, мушлі моллюсків), так і техногенних (технічні споруди, облицювання дамб тощо) [1]. У водоймах-охолоджувачах є велика кількість твердих субстратів у вигляді облицювань берегоукріплення, дамб, споруд водозабору та водовипуску. Особливістю біотопів, у яких розвиваються організми перифітону, є їхня просторова складність. За своїми характеристиками техногенні та природні біотопи значною мірою розрізняються. Бетонні облицювання берегоукріплення, дамб та гідроспоруд являють собою досить рівні поверхні на великих площах, тоді як кам'яні відсіпання характеризуються великою біотопічною складністю [4, 9]. Водні макрофіти мають досить складну структуру своєї поверхні, що заселяється організмами перифітону [8]. До того ж у заростях макрофітів ця первинна складність субстрату ще підвищується через просторову складність самих заростей. Отже, можна висловити гіпотезу, що перифітон на однорідних техногенних субстратах може суттєво відрізнятись від перифітону в літоральній зоні з макрофітами.

Дослідження, проведені на даній водоймі-охолоджувачі у попередні роки [7, 9], показали, що на антропогенних субстратах (бетонні облицювання греблі та укосів підвідного каналу) на малих глибинах, до 0,5 м, угруповання зооперифітону мали досить однорідний характер, переважали рухливі форми [7]. Після вселення у водойму *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) [6, 7] сформувала рясні угруповання, що мали досить велику біомасу на технічних спорудах (гребля, укоси підвідного каналу) на глибинах більше 3 м. Дослідженням саме угруповань дрейсени, як фактора біоперешкод, приділялась найбільша увага, тоді як епіфітон — перифітон на вищих водних рослинах, та епіхолон — обростання бетону, металу та інших антропогенних субстратів, у прибережжі на малих глибинах вивчались спорадично. На досить однорідному бетонному субстраті формувались досить континуальні угруповання. Можна було очікувати, що і на малих глибинах на такому ж субстраті, на відміну від неоднорідних біотопів на літоралі, будуть формуватися однорідні біотичні угруповання, тобто буде певна відповідність біотичних показників континуальності біотопів.

Мета даної роботи полягала у з'ясуванні особливостей просторової структури перифітонних угруповань безхребетних в умовах різної біотопічної гетерогенності на прибережних мілководних ділянках водойми-охолоджувача енергетичної станції.

### Матеріал і методика досліджень

Дослідження перифітону проводили на одній з водойм-охолоджувачів (ВО) енергетичної станції у північно-західній частині України. Площа ВО становить близько 20 км<sup>2</sup> [9]. У вересні 2021 р. було досліджено зооперифітон у прибережній акваторії по всьому периметру ВО. Проби відбирали у техногенних біотопах — гребля (субстрат — бетон), дамба р. Гнилий Ріг (субстрат — каміння), плаваючі понтони (субстрат — метал) та в природних біотопах (субстрат — вищі водні рослини).

Проби відбирали на станціях у напрямку від східного краю греблі до її західного краю, а далі по периметру водойми по всій літоральній зоні до південного і східного районів, а потім до східного краю греблі. Вимірювання відстані між станціями на мапах Google проводили від початку греблі. Довжина берегової лінії становила 26 км, при цьому, близько 7 км берегової смуги у північній частині — це гребля, облицьована бетоном, на решті берегової смуги переважали мілководні ділянки з заростями вищих водних рослин (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. та *Typha angustifolia* L.). Відбір гідробіологічних проб проводили шкребком із субстратів: бетон, каміння, метал. Також відбирали проби з поверхні стебел вищих водних рослин (фрагменти стебел очерету та рогозу фіксували разом з організмами перифітону) з глибини 0—0,4 м. Усі проби фіксували 4 %-ним розчином формальдегіду. Кількісні показники перераховували на 1 м<sup>2</sup> субстрату [2]. Загалом по периметру ВО було обстежено 10 станцій, на станціях 4 та 8 було досліджено два різних субстрати (табл. 1).

При описі таксономічного складу використовували термін НІТ — нижчий ідентифікований таксон. Подібність таксономічного складу оцінювали за коефіцієнтом Серенсена та за методом Смірнова [3]. Значення коефіцієнта подібності Серенсена 0,7 і більше вважали значущими, 0,5—0,6 — середніми, 0,3—0,4 — низькими.

Виділення угруповань проводили за складом домінуючого комплексу з урахуванням того, що показник дихання Дж/м<sup>2</sup>-год для одного чи групи домінуючих видів мав 50 або більше відсотків. Середні показники наведені з урахуванням стандартного відхилення.

### Результати досліджень та їх обговорення

Таксономічне багатство перифітону мілководь складало 24 НІТ з 10 груп. Щодо характеристики рухливого та седентарного способу життя знайдені організми можуть бути розділені на дві групи: два види дрейсенід — *D. polymorpha* та *D. bugensis* (Andrusov, 1897) та гідри віднесено до седентарних форм, інші (21 НІТ або 87 % від загального списку НІТ) — до рухливих форм.

Кількість НІТ на станції коливалася від двох на південному відкритому мілководді (ст. 6, субстрат — рогіз) до 12 на західному відкритому мілководді (ст. 5, субстрат — очерет), питома багатство НІТ на різних субстратах складало 7 НІТ/станцію. Чітких закономірних змін кількості НІТ по станціях (розташовані по ходу відбору проб та вимірювання відста-

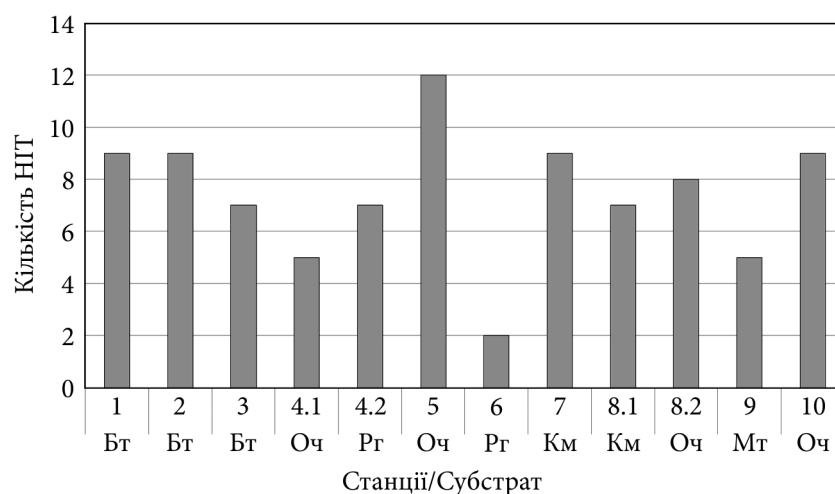
Таблиця 1

## Характеристика станцій дослідження зооперифітону водойми-охолоджувача

| Станції                                     | № станції | Відстань по берегу від початку греблі, км | Глибина, м | Температура, °С | Субстрати, особливості біотопів            |
|---|-----------|---|------------|-----------------|--|
| Гребля, насосна станція підкачки води до ВО | 1         | 1,0                                       | 0—0,16     | 25,8            | Вертикальна стіна технічної споруди, бетон |
| Гребля, середина                            | 2         | 3,8                                       | 0,1—0,2    | 25,2            | Бетон, укіс греблі                         |
| Гребля, західна частина                     | 3         | 6,0                                       | 0,1—0,2    | 24,9            | Бетон, укіс                                |
| Західне відкрите мілководдя                 | 4.1       | 7,8                                       | 0,4        | 24,6            | Очерет                                     |
|   | 4.2       |   | 0,4        | 24,6            | Рогіз                                      |
| Західне відкрите мілководдя                 | 5         | 12,1                                      | 0,2        | 27,8            | Очерет                                     |
| Південне відкрите мілководдя                | 6         | 16,3                                      | 0,2        | 26,6            | Рогіз                                      |
| Дамба р. Гнилий Ріг з боку ВО               | 7         | 17,0                                      | 0,1—0,2    | 24,6            | Каміння                                    |
| Південне відкрите мілководдя                | 8.1       | 18,6                                      | 0,1—0,15   | 27,8            | Каміння                                    |
|   | 8.2       |   | 0,4        | 27,8            | Очерет                                     |
| Вихід скидного каналу                       | 9         | 21,2                                      | 0—0,13     | 25,4            | Метал                                      |
| Східне відкрите мілководдя                  | 10        | 25,2                                      | 0,2        | 26,4            | Очерет                                     |

ней), по районах чи субстратах не виявлено (рис. 1), проте, за винятком ст. 5, можна вказати на тенденцію зниження багатства від ст. 1 та 2 до ст. 6 (північний район), а потім його підвищення.

*Оцінка таксономічної подібності.* Аналіз матриці показав невелику подібність між всіма станціями, в середньому коефіцієнт Серенсена по всій матриці складав  $0,41 \pm 0,03$ . Для більшості станцій кількість зв'язків була досить невелика (рис. 2). Високі значення коефіцієнта подібності ( $0,70—0,75$ , в середньому  $0,72 \pm 0,03$ ) відмічено тільки між трьома парами станцій (4.1—7; 5—8.1; 3—8.1). Середні значення ( $0,60 \pm 0,06$ ) відмічено між чотирма парами станцій (1—2; 2—3; 3—9; 4.2—7). Між трьома парами станцій: 2—6; 3—4.1; 4.2—10 відмічено слабкі зв'язки (в середньому



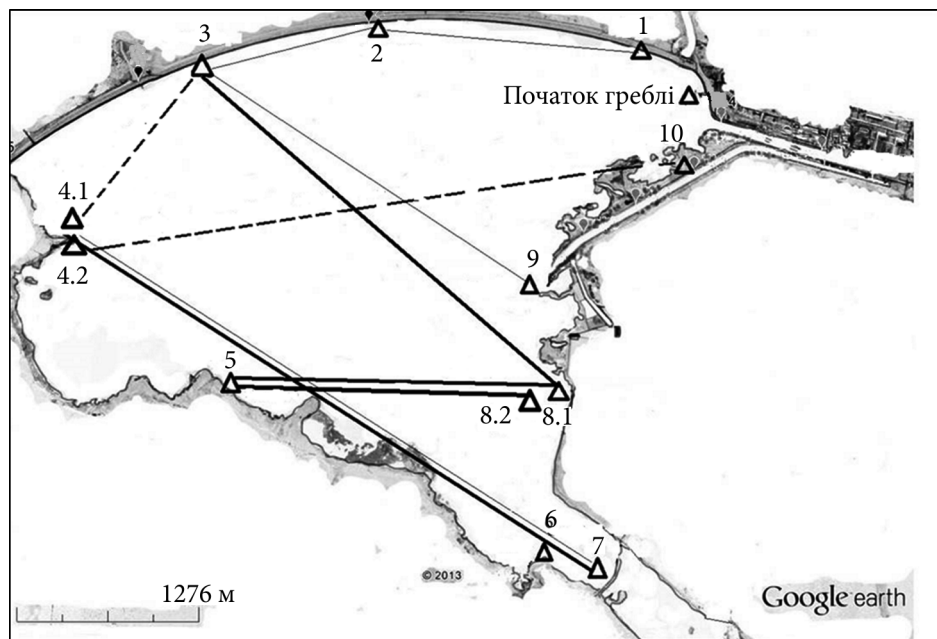
**Рис. 1.** Розподіл НІТ-багатства зооперифітону на станціях ВО (субстрати: Бт — бетон; Оч — очерет; Рг — рогіз; Км — каміння; Мт — метал). Розташування та позначки станцій наведені у таблиці 1

0,41±0,10). Отже, можна стверджувати, що за подібністю складу зооперифітон був далекий від континууму першого роду [17].

**Частота трапляння окремих НІТ.** З найбільшою частотою (більше 60 %) траплялись три НІТ: *Nais pardalis* Piguët, 1906 — 92 %, *Cricotopus silvestris* Fabricius, 1794 — 85 % та *Rheotanytarsus exiguus* (Johannsen, 1905) — 62 %. Частка інших видів становила 87 % від їхньої загальної кількості, тобто склад перифітону мав певну оригінальність на окремих станціях.

Аналіз подібності складу перифітону за методом таксономічного аналізу Смірнова показав, що найбільшими значеннями оригінальності ( $t_{xx}$  що є більше 100) характеризувався перифітон на ст. 10 (східне відкрите мілководдя,  $t_{xx} = 222$ ), на ст. 5 (західне відкрите мілководдя,  $t_{xx} = 163$ ) та на ст. 2 (середина греблі,  $t_{xx} = 123$ ). На цих станціях у складі перифітону були відмічені рідкісні види, які впливали на оригінальність. Так, на ст. 2 відмічено один оригінальний вид (*Polypedilum convictum* (Walker, 1856)), на ст. 5 — два види (*Corophium robustum* G.O. Sars, 1895, *Endochironomus tendens* (Fabricius, 1775)), на ст. 10 — два НІТ (*Tanytarsus gregarius* Kieffer, 1909, *Glossiphonia* sp. Johnson, 1816), що зустрічалися лише на цих станціях. Ще дві станції (ст. 1 і 5) мали середню оригінальність (відповідно  $t_{xx} = 97$  і  $t_{xx} = 99$ ). Найменш оригінальним був зооперифітон на ст. 4.1 ( $t_{xx} = 42$ ) (рис. 3).

**Показники рясності перифітону.** Розподіл чисельності і біомаси на станціях був досить мозаїчним. Мінімальна чисельність (0,59 тис. екз/м<sup>2</sup>) спостерігалась на очереті на західному мілководді на ст. 4.1, максимальна (65,00 тис. екз/м<sup>2</sup>) — на камінні у південному районі на ст. 7. Біомаса коливалась від 0,4 г/м<sup>2</sup> (західне мілководдя, очерет) до 96,5 г/м<sup>2</sup> (гребля, насос-



**Рис. 2.** Граф подібності складу зооперифітону за коефіцієнтом Серенсена у ВО (значення індексу: жирні лінії — 0,70—0,75; тонкі — 0,55—0,66; пунктир — 0,30—0,47). Початок греблі — точка відліку вимірювання довжини берегової лінії. Цифрами позначено станції відбору проб. Розташування та позначки станцій наведено у таблиці 1

на станція підкачки, бетон). Найбільша біомаса на ст. 1 була зумовлена наявністю дрейсенід.

Розподіл кількісних показників зооперифітону прибережних станцій на різній відстані від початку греблі показав, що чисельність знижувалась від ст. 1 до ст. 4 (відстань останньої від початку греблі — 7,8 км), з подальшим зростанням на деяких станціях по периметру водойми, а потім знижувалась після ст. 8 (після 20 км берегової лінії). Розподіл біомаси в загальних рисах був подібним, за виключенням ст. 1, де значна біомаса реєструвалась через наявність дрейсени (рис. 4).

Щодо *екоморфного складу зооперифітону* за рясністю, слід відмітити, що на більшості станцій переважали рухливі форми: на шести станціях їхня частка становила 100 % загальної біомаси, а на трьох станціях — 89—99 %. На трьох станціях за біомасою переважали седентарні форми (в основному дрейсеніди), причому їхнє домінування в цьому випадку було досить високе (до 97 %).

*Особливості складу та рясності перифітону на окремих субстратах.* При порівнянні кількісних показників залежно від субстрату (рис. 5) найбільша чисельність перифітону була зареєстрована на кам'яному субстраті —  $49,7 \pm 21,6$  тис. екз/м<sup>2</sup>. В три рази нижчими були середні показники чисельності на бетоні —  $14,6 \pm 10,0$  тис. екз/м<sup>2</sup>, в чотири рази мен-

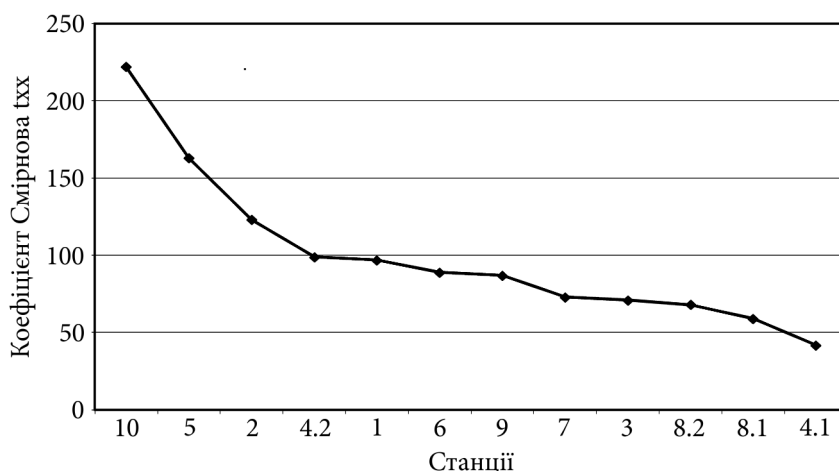


Рис. 3. Оригінальність ( $t_{xx}$ ) складу зооперифітону (за методом Смірнова) на окремих станціях ВО



Рис. 4. Розподіл біомаси зооперифітону на станціях по периметру ВО

шою була чисельність на рогозі ( $11,5 \pm 8,4$  тис. екз/м<sup>2</sup>). Найнижчою була чисельність на очереті —  $8,5 \pm 12,6$  тис. екз/м<sup>2</sup> та на металі ( $4,31$  тис. екз/м<sup>2</sup>).

Розподіл біомаси відбувався за тими самими закономірностями, що і чисельності. Середня біомаса перифітону була найвищою на кам'яному субстраті ( $48,1 \pm 53,3$  г/м<sup>2</sup>) і трохи нижчою на бетонному субстраті ( $34,2 \pm 54,0$  г/м<sup>2</sup>). На вищих водних рослинах (очерет, рогоз) середня біомаса була відповідно  $19,7 \pm 38,1$  г/м<sup>2</sup> та  $6,7 \pm 7,8$  г/м<sup>2</sup>. На металі біомаса становила  $1,1$  г/м<sup>2</sup>. Слід відмітити, що найбільші значення біомаси ( $76,8$ ,  $85,8$  і  $96,6$  г/м<sup>2</sup>) було відмічено відповідно на очереті, камінні і бетоні, тобто як на антропогенному, так і на природних субстратах.

З представлених даних (див. рис. 5) можна зробити таке узагальнення: найбільші кількісні показники перифітону реєстрували на субстратах

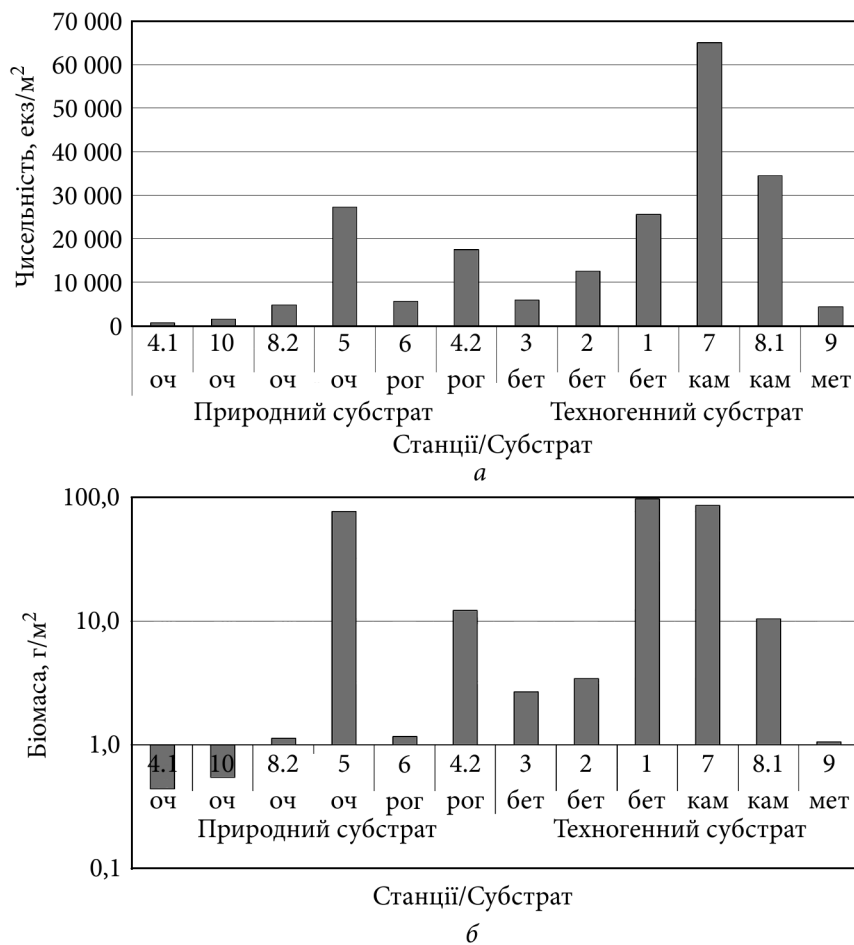


Рис. 5. Розподіл чисельності (а) та біомаси (б) зооперифітону на різних субстратах ВО (рисками відмічено стандартну похибку)

техногенного походження (камінь, бетон), разом з тим і найменші показники перифітону — також, а саме: на металевому субстраті. Щодо природного субстрату (очерет, роґіз), то найменші показники чисельності відмічено на очереті, проте варто зауважити, що на цьому субстраті на ст. 5 в результаті домінування дрейсени біомаса була досить високою (76,8 г/м<sup>2</sup>).

*Ценотична структура зооперифітону.* На підставі подібності домінуючих видів чи домінуючих комплексів було виділено сім угруповань. Їхні характеристики представлені в таблиці 2.

Щодо загальних характеристик угруповань, то найбільші значення чисельності, біомаси та показника дихання були в угрупованнях 1, 5 і 7, що пов'язано з присутністю молюсків *D. polymorpha* та *D. bugensis*.

Слід відмітити, що при невеликому НІТ багатстві (від 2 до 15 НІТ) на показники різноманіття очевидно впливає вирівненість представленості

Таблиця 2

## Характеристика угруповань зооперифітону

| Угруповання   | Станції          | Субстрати              | N, тис. екз/м <sup>2</sup> | V, г/м <sup>2</sup> | R, кДж/м <sup>2</sup> год | H <sub>N</sub> , біт/екз | H <sub>B</sub> , біт/г | H <sub>B</sub> , біт/Дж | Кількість НІТ |
|---|------------------|------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|---------------|
| 1. <i>Dreissena bugensis</i> + <i>D. polymorpha</i>             | 1                | Бетон                  | 25,6                       | 96,6                | 210,8                     | 2,449                    | 1,171                  | 1,965                   | 9             |
| 2. <i>Nais</i> sp.  | 2, 4.1, 8.1, 8.2 | Бетон, каміння, очерет | 13,1±1,5                   | 3,8±4,5             | 75,4±94,3                 | 1,730                    | 1,824                  | 1,771                   | 15            |
| 3. <i>Cricotopus silvestris</i> + <i>Glyptotendipes glaucus</i> | 3, 9, 10         | Бетон, метал, очерет   | 3,9±2,2                    | 1,4±1,1             | 21,8±13,0                 | 2,272                    | 2,777                  | 2,853                   | 15            |
| 4. <i>Ecnomus tenellus</i> + <i>Ephemeroptera</i> sp.           | 4.2              | Рогіз                  | 17,5                       | 12,1                | 211,0                     | 2,807                    | 1,963                  | 2,079                   | 7             |
| 5. <i>Limnochironomus per-vosus</i> + <i>D. polymorpha</i>      | 5                | Очерет                 | 27,3                       | 76,8                | 317,1                     | 2,667                    | 0,988                  | 2,815                   | 12            |
| 6. <i>Paratanytarsus lauterborni</i>                            | 6                | Рогіз                  | 5,5                        | 1,2                 | 25,7                      | 0,970                    | 0,931                  | 0,999                   | 2             |
| 7. <i>Nais</i> sp. + <i>D. bugensis</i>                         | 7                | Каміння                | 65,0                       | 85,7                | 400,7                     | 1,629                    | 1,107                  | 2,265                   | 9             |

Примітка: N — чисельність, V — біомаса, R — дихання, H<sub>N</sub> — різноманіття за чисельністю, H<sub>B</sub> — різноманіття за біомасою, H<sub>R</sub> — різноманіття за диханням.

окремих видів та груп. Але по різноманітності, що розрахована за чисельністю, виокремлюється угруповання *P. lauterborni* (6), де показник різноманіття був зумовлений саме низьким багатством НІТ — всього 2 (тому  $H'_{\max} = 1$  біт). Для інших угруповань характерні досить високі показники різноманіття, що відображає відносно велику вирівненість представленості НІТ, тобто відсутність значного домінування.

Два угруповання (1 та 7) із содомінантом *D. bugensis* були відмічені на бетонному та кам'яному субстратах на станціях 1 та 7 (див. табл. 2). Ці угруповання характеризувались однаковою кількістю НІТ, однак різними кількісними показниками (чисельність на ст. 7 була в 2,5 раза більшою, ніж на ст. 1). Така велика чисельність була зумовлена розвитком малощетиноквих черв'яків *Nais* sp. На ст. 1 за чисельністю домінували *C. silvestris* (42,3 %) та *Nais* sp. (17,9 %), за біомасою — *D. bugensis* (55,9 %). На ст. 7 за чисельністю домінували *Nais* sp. (58,7 %), за біомасою — *D. bugensis* (80,2 %).

Друге (*Nais* sp.) та третє (*C. silvestris* + *G. glaucus*) угруповання були найпоширенішими, вони зустрічались відповідно на чотирьох та трьох станціях (див. табл. 2). Ці угруповання відмічено на різних субстратах. Чисельність у другому угрупованні була більшою, ніж у третьому. У другому угрупованні за чисельністю та біомасою домінували *Nais* sp. (відповідно 70,4 % та 69,7 %), у третьому — за чисельністю домінували *Nais* sp. (52,5 %), а за біомасою личинки хірономід *Glyptotendipes glaucus* (Meigen, 1818) — 32,8% та *C. silvestris* (27,1 %).

Четверте та шосте угруповання були відмічені на рогозі і характеризувалися найменшою кількістю НІТ (сім та два, відповідно). У четвертому угрупованні за чисельністю домінували *Nais* sp., Ephemeroptera sp., *Ecnotus tenellus* (Rambur, 1842), *C. silvestris* (по 14,3 %), за біомасою — *E. tenellus* (41,2 %) та *G. glaucus* (29,0 %). У шостому угрупованні за чисельністю домінували *Nais* sp. (60 %), за біомасою — личинки хірономід *Paratanytarsus lauterborni* (Kieffer, 1909) (65,3 %).

П'яте угруповання зустрічалось на очереті, за чисельністю тут домінували *Nais* sp. (31 %) та *C. silvestris* (21,1 %), за біомасою — *D. polymorpha* (85,1 %).

Сьоме угруповання було відмічено на камінні, за чисельністю домінували *Nais* sp. (58,7 %), за біомасою — *D. bugensis* (68,7 %).

Слід зазначити, що з 24 НІТ, які було зареєстровано в зооперифітоні, майже половина (10 НІТ) входила в домінуючі комплекси. Такі види як *C. silvestris* зустрічались тричі, *D. polymorpha*, *D. bugensis*, *Limnochironomus nervosus* (Staeger), *E. tenellus* — двічі. Це вказує на певну мозаїчність розподілу тих чи інших видів, що й обумовило досить строкату ценотичну структуру всього зооперифітону.

Важливо відмітити, що така мозаїчна структура угруповань характерна саме для невеликих глибин у даній водоймі. Як було вже відмічено, на техногенних субстратах на глибинах від 3 м і більше формувалися дуже однорідні угруповання. Так, на основі досліджень, в тому числі і водолазного обстеження, було показано [6, 9, 16], що на глибинах 3—7 м на бетон-

ному субстраті греблі, в підвідному каналі, а також на бетоні формувалося одне досить однорідне угруповання з абсолютним домінантом *D. polymorpha*, з біомасою більше 10 кг/м<sup>2</sup>. В період до вселення дрейсени у водойму не було відмічено багато угруповань перифітону з седентарними видами у домінуючих комплексах, за виключенням деяких з невеликим домінуванням губки *Spongilla lacustris* (Linnaeus, 1759). Так, у 1998 р. було виокремлено шість угруповань, у 1999 р. — п'ять, в домінуючі комплекси в основному входили личинки хірономід та ракоподібні [7].

Отже, для зооперифітону технічної водойми, де біотопічна структура досить складна, включає як біотопи техногенні, так і природні, формуються угруповання, склад і розподіл яких (треба підкреслити — на малих глибинах) не відповідає безпосередньо картині континуально-дискретного розподілу біотопів.

Екологічний континуум є поняттям багатоаспектним [7, 17]. Одним з аспектів є ієрархічна природа екологічного континуума, континуальність чи дискретність не є абсолютними поняттями. Біотопи перифітону в даній водоймі, в сенсі їхньої континуально-дискретної структури, можна розглядати в певній ієрархічній схемі. Принаймні можна використати три рівні. На першому рівні можна розглядати всі біотопи, всі субстрати в прибережній смузі як континуум: все це тверді поверхні для поселення організмів перифітону. На другому рівні можна виокремити два субконтинуума: бетонні укріплення греблі та перифіталь літоральної зони водойми. На третьому рівні слід взяти до уваги все різноманіття типів субстрату. Різноманіття чи, навпаки, однорідність біотичних угруповань є пов'язаною з цією ієрархічною структурою середовища.

На першому рівні біотопічної континуальності загальні біотичні характеристики були досить подібними: перифітон практично по всій береговій смузі складався з рухливих форм (личинки комах, малоцетинкові черви) з невеликою присутністю седентарних форм (молюски-дрейсеніди). Напевно, можна стверджувати, що така структура характерна для зооперифітону на малих глибинах в різних водоймах [14]. Показники рясності також не вказували на суттєво виражений дисконтинуум, так, як це відбувалося, за даними попередніх досліджень, по вектору глибини на греблі при значному розвитку поселень дрейсенід.

На другому рівні континуальності не відмічено біотичного відгуку на характер біотопів: за своїм складом зооперифітон на греблі був менш подібним на окремих станціях, ніж зі станціями на літоралі (див. рис. 2).

Щодо третього рівня, то тут також не було прямої відповідності біотичного відгуку на континуально-дискретну структуру біотопів. З огляду на це можна було б очікувати, що оригінальні видові комплекси, угруповання будуть «прив'язані» до типу та характеру субстрату. Наприклад, угруповання з домінуванням дрейсенід могли бути характерні для більш стабільного субстрату — бетону, але ж прикріплені молюски входили і до угруповань, пов'язаних з рослинним субстратом.

### Заключення

Зооперифітон у водоймі на малих глибинах характеризувався переважанням рухливих форм і незначним таксономічним багатством.

Гіпотеза щодо можливої відповідності структури перифітону до, принаймні, двох типів біотопів — досить однорідного бетонного субстрату греблі та різноманітних біотопів на літоралі, не підтвердилась. По всьому периметру водойми структура перифітону була доволі мозаїчною, строкатою.

А втім, встановлено існування в даних умовах семи ценотичних комплексів безхребетних, хоча малоймовірно, що вони, за виключенням угруповання *D. bugensis* + *D. polymorpha*, мають довгостроковий характер.

### Список використаної літератури

1. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины / Отв. ред. М. Ф. Поливанная. Киев: Наук. думка, 1991. 192 с.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. Київ: Логос, 2006. 408 с.
3. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва: Наука, 1982. 287 с.
4. Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. Гидробиологические исследования как научная основа для разработки принципов управления экосистемами водоемов-охладителей ТЭС и АЭС / Развитие гидробиологических исследований в Украине / Отв. ред. В.Д. Романенко. Киев: Наук. думка, 1993. С. 53–68.
5. Протасов А.А. Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 307 с.
6. Протасов А.А., Бабарига С.П. Распределение и обилие зооперифитона в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС: тез. докл. X съезда Гидробиол. об-ва при РАН, 28 сент. — 03 окт. 2009 г., Владивосток. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 327—328.
7. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев, 2012. 274 с.
8. Скальская И.А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск: Б.и. 2002. 256 с.
9. Техно-экосистема АЭС. Гидробиология, абиотические факторы, экологические оценки / Под ред. А.А.Протасова. Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2011. 234 с.
10. Bray-Curtis dissimilarity [https://en.wikipedia.org/wiki/Bray %E2 %80 %93Curtis\\_dissimilarity](https://en.wikipedia.org/wiki/Bray%E2%80%93Curtis_dissimilarity) (дата звернення 20.05.2023)
11. Eminson D.F., Moss B. The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. I. The influence of host type and external environment on community composition. *Br. Phycol. J.* 1980. Vol. 15. P. 429—46.
12. Jones J.I., Schade J.D., Fisher S.G., Grimm N.B. Do submerged aquatic plants influence their periphyton to enhance the growth and reproduction of invertebrate mutualists. *Oecologia*. 1999. Vol. 120. P. 463—474.
13. Jones J.I., Eaton J.W., Hardwick K. The influence of periphyton on boundary layer conditions: a pH microelectrode investigation. *Aquatic Botany*. 2000. Vol. 67. P. 191—206.
14. Markořova R. Development of the periphytic community on artificial substrates in fish ponds. *Int. Rev. gesamt. Hydrobiol.* 1979. Vol. 64, N 6. P. 811—825.
15. Moss B. Ecology of freshwaters. A view for the twenty-first century. 4th ed. Oxford: A John Wiley & Sons, Ltd., Publ. 2010. 470 p.
16. Protasov O.O., Babariga S.P., Sylaieva A.A. Biotopic distribution of periphyton in the cooling pond of the Khmelnytskyi NPS. *Hydrobiol. J.* 2010. Vol. 46, N 4. P. 25—38.
17. Protasov O.O., Uzunov Y.I., Sylaieva A.A. et al. Ecological continuum: fundamental concepts and use in applied hydrobiology. *Ibid.* 2022. Vol. 58, N 5. P. 3—15.

Надійшла 5.06.2025

I. O. Morozovska, PhD (Biol.), Acting Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,  
ORCID 0000-0003-1795-7485

O.O. Protasov, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Leading Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine,  
ORCID 0000-0002-0204-2007

#### ZOOPERIPHYTON IN HETEROGENEOUS CONDITIONS OF TECHNOGENIC AND NATURAL BIOTOPES IN THE POWER PLANT COOLING POND

The zooperiphyton on artificial and natural substrates within the shoreline of the cooling pond of a nuclear power plant was studied. Twenty-four lower identified taxa (LIT) were recorded, most of which were represented by mobile forms. An analysis of the similarity of the zooperiphyton composition showed that in a fairly homogeneous environment (concrete substrate on the dam), it is less similar to each other than the periphyton on the littoral (natural plant substrate). Regular changes in abundance on different substrates were not found: zooperiphyton with the highest biomass (almost 100 g/m<sup>2</sup>) observed on both man-made and natural substrates. It has been established that for zooperiphyton of a technical reservoir, where the biotopic structure is quite complex due to the presence of both significant areas of solid anthropogenic substrate and many natural substrates, zooperiphyton communities are formed, the composition and distribution of which do not correspond to biotopic continuity-discreteness.

**Keywords:** *zooperiphyton, cooling pond, power plant, ecological continuum, biotopes of periphyton.*