



УДК 574.5(28):574.58

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.17.2026.4>

ДОВГОСТРОКОВІ ЗМІНИ УГРУПОВАНЬ ЗООПЕРИФІТОНУ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (БАСЕЙН ДНІПРА)

О. О. Протасов¹, І. О. Морозовська², П. М. Шкуро³

Розглянуто зміни у складі зооперифітону у верхній частині Канівського водосховища. Порівняння складу угруповань зроблено за дослідженнями проведеними у 1970-х роках, та в сучасності. Такий аналіз показав, що в минулому у зонах акваторій з природним температурним режимом формувалися угруповання з домінуванням прикріплених молюсків *Dreissena polymorpha* Pallas, в той час, як в зоні впливу підігрітих викидів Трипільської ТЕС домінували мохуватки, переважно *Plumatella emarginata* Allman. В теперішній час угруповання з домінуванням дрейсенід (*D. polymorpha* та *D. bugensis* Andr.) були зафіксовані як домінуючі на експериментальних субстратах при довгій (декілька місяців) експозиції, тому їх можна вважати клімаксними. Для сукцесії в теперішній час характерним є поступовий розвиток дрейсенових угруповань, який переривається інтенсивним розвитком мохуваток, в першу чергу *Plumatella fungosa* Pallas. У 2024 р. було зафіксовано появу у перифітоні Канівського водосховища інвазивного виду мохуваток *Pectinatella magnifica* Leidy, стратегія якої дуже агресивна: її колонії практично знищили поселення дрейсенід на експериментальних субстратах. Вселення цього виду може стати чималою загрозою в аспекті створення біологічних перешкод в роботі систем водопостачання енергетичних станцій, що вкрай небезпечно, особливо у воєнний час. Дослідження за допомогою методу експериментальних субстратів у двох локалітетах однієї з правобережних заток водосховища, що відрізнялися за показниками трофності, показало, що саме у мезотрофних умовах формуються угруповання з домінуванням дрейсенід, в той час, як у евтрофних умовах протягом всього вегетаційного сезону домінували мохуватки, найчастіше – рухоми колонії *Crustatella miscedo* Cuvier. Наведено припущення, що виявлені види мохуваток мають бути віднесені до організмів з більшими індексами сапробності, ніж вважається зараз. Метод експериментальних субстратів слід розглядати як важливий не тільки для вивчення сукцесій, а й як один з ефективних інструментів для виявлення можливих та реальних біоперешкод в системах водопостачання. За останні пів

¹ доктор біологічних наук, професор,
провідний науковий співробітник
(Інститут гідробіології НАН України, м. Київ)
e-mail: pr1717@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0204-2007

² кандидатка біологічних наук, наукова співробітниця
(Інститут гідробіології НАН України, м. Київ)
e-mail: labtech-hb@ukr.net
ORCID: 0000-0003-1795-7485

³ інженерка
(Інститут гідробіології НАН України, м. Київ)
E-mail: nauka@zu.edu.ua
ORCID: 0009-0005-8033-1196

сторіччя відбулася суттєва зміна складу зооперифітону, зміна домінантів угруповань, а також зафіксовано появу інвазивного, потенційно небезпечного виду.

Ключові слова: метод експериментальних субстратів, Трипільська ТЕС, інвазійні види гідробіонтів, обростання, *Pectinatella magnifica*.

LONGTERM ZOOPERIPHYTON COMMUNITIES CHANGE IN KANIV RESERVOIR (RIVER DNIPRO BASIN)

O. O. Protasov, I. O. Morozovska, P. M. Shkuro

This study examines long-term changes in zooperiphyton in the upper part of the Kaniv Reservoir. Community composition was compared using data obtained in the 1970s and in recent years. The analysis demonstrated that in the past in areas with a natural temperature regime, communities were dominated by the bivalve mollusk *Dreissena polymorpha* Pallas. In contrast, in areas affected by heated water discharges from the Trypilska Thermal Power Plant (TPP), bryozoans prevailed, primarily *Plumatella emarginata*. Currently, communities dominated by dreissenids (*D. polymorpha* and *D. bugensis* Andr.) are considered climax, they prevail on experimental substrates after extended (multi-month) exposure. However, in recent years, the typical succession of gradual dreissenid development has been interrupted by growth of bryozoans, mainly *P. fungosa*. In 2024, the invasive bryozoan species *Pectinatella magnifica* Leidy was first recorded in the Kaniv reservoir. This species has a highly aggressive life strategy, as its colonies practically eliminated dreissenid settlements on experimental substrates. The establishment and potential further spread of this species in the reservoir basin may pose a threat of new biological obstructions in water supply systems of power plants, which is particularly undesirable during wartime. The study using the experimental substrate method at two localities within a right-bank bay of the reservoir differing in trophic status showed that under mesotrophic conditions dreissenid-dominated communities form, whereas under polytrophic conditions bryozoans dominate throughout the entire growing season. In such environments, mostly the mobile colonies of *Cristatella mucedo* Cuvier were dominating. It is suggested that the identified bryozoans species should be attributed to organisms with higher saprobity indices than is currently believed. The experimental substrate method should be considered important not only for studying successions in aquatic ecosystems, but also as an effective tool for early detection of bio-hazards in water supply systems. Over the past years, zooperiphyton has undergone significant changes, including shifts in community dominants and the emergence of an invasive, potentially hazardous species.

Key words: experimental plates method, experimental substrate, Trypilska Thermal Power Plant, invasive hydrobionts, invasive species.

Вступ

Зооперифітон залишається одним із маловивчених угруповань у водосховищах Дніпра та водоймах м. Києва, на відміну, наприклад, від фітоепіфітону (Zhorova et al., 2025). Однією з причин цього є методичні складності досліджень. Якщо епіфітон, угруповання прикріплених та рухомих організмів, що мешкають на межі поверхні вищих гідрофітів з водою є досить доступним об'єктом для вивчення, то зооперифітон мешкає як близько до поверхні, так і на досить великих глибинах, де вивчати його, відбирати проби без підводного знаряддя досить проблематично. Саме методи експериментальних субстратів дають можливість отримати матеріал, що може бути проаналізований як у часовому, так і у просторовому аспектах.

Дослідження перифітону за допомогою методів експериментальних субстратів (ЕС)

проводили на різних водоймах та в різних модифікаціях (Cattaneo & Amireault, 1992). Зокрема проводили дослідження в р. Дунай (Acs & Kiss, 1993), у Великих Американських озерах (Biggs et al., 1998). У Франції дослідження процесів заселення різноманітних експериментальних субстратів водоростями входить до складу державної програми оцінки якості вод у річках (Prygiel & Coste, 2000). Також дослідження проводили на водоймі-охолоджувачі Хмельницької АЕС, експериментальні субстрати використовували як модель поверхонь різних систем технічного водопостачання АЕС. Окремою модифікацією метода експериментальних субстратів можна вважати дослідження епіфітону на стеблах живих рослин, які спеціально очищені від обростання, зокрема, такі дослідження проводили у верхів'ї Канівського водосховища (Semeniuk et al., 2025).

Досить тривалі дослідження зооперифітону проводилися на Канівському водосховищі в 1970–ті роки (Protasov et al., 2019). Серія робіт з досліджень на експериментальних субстратах була проведена на Київському водосховищі (Protasov et al., 2015). Окремим розділом дослідження було проведення випробувань різних необростаючих покриттів, тобто дослідження перифітону з метою обмеження біоперешкод (Protasov et al., 2019; Protasov et al., 2021; Morozovska et al., 2024). За останні роки відбулися значні зміни кліматичних умов, посилився вплив антропогенних факторів, в тому числі і військових, безумовно, все це накладає свій відбиток на склад та структуру угруповань гідробіонтів, але ж досліджень багаторічних змін у гідроекосистемах недостатньо.

Метою роботи було провести порівняльний аналіз складу, розвитку зооперифітону у Канівському водосховищі у теперішній час та декілька десятиліть тому, встановити особливості угруповань з огляду їх потенціальної небезпеки як фактора біологічних перешкод.

Матеріал і методи

Дослідження зооперифітону проводили на Канівському водосховищі наприкінці 1970-х років та в сучасний період. Обстеження навігаційних буїв в перший період проводили по всій акваторії, дослідження за методикою експериментальних субстратів (Методи ..., 2006;) проводили в районі Трипільської ТЕС у двох зонах – в районі водозабору циркуляційної води ТЕС, та в районі скиду підігрітих вод. В сучасний період польові експерименти проводили у верхів'ї водосховища, у затоці Старик. Відбір проб з різних неживих субстратів (метал, бетон) проводили за допомогою шкребка (ширина леза – 5 см). У 2022 р. відбір проб з різних техногенних субстратів проводили на 5 станціях в районі Трипільської ТЕС. В якості експериментальних субстратів використовували пластини зі скла та інертного пластику – вініпласта розміром 2,5–7,5 см. Пластини були закріплені на спеціальних стендах і експонувалися на глибині від 1 до 2 м, експозиція складала від 30 днів до півтора року. Проби у вигляді окремих пластин з обростанням відбирали виймаючи стенди на поверхню та фіксували 4% розчином формальдегіду. Динаміка обростання досліджувалась шляхом відбору послідовно у часі проб, також проводилась фотofіксація загального габі-

тусу субстратів в польових умовах. Більшість організмів було визначено до видового рівня, але деякі групи – до більш вищого таксону, тому використано термін нижчий ідентифікований таксон, або НІТ. Оцінку рясности обростання проводили як загальноприйнятими методами при опрацюванні проб, встановлюючи показники чисельності (екз/м²), та біомаси (г/м²), так і при візуальному оцінюванні за допомогою 5–бальної шкали (Protasov & Morozovska, 2025).

Результати

Наявні дані, отримані у 1970-х роках дозволяють зробити порівняння складу та розвитку перифітону у Канівському водосховищі. Зооперифітон Канівського водосховища був досить багатим за складом. Найбільш представленими були личинки хірономід – 31 вид. На навігаційних буюх і гідроспорудах було виявлено 14 видів, найчастіше зустрічалися *Cricotopus silvestris* Fabricius, *C. algarum* Kieffer, *Limnochironomus nervosus* Staeg. Нижче Київської ГЕС (річкова ділянка водосховища) на навігаційних буюх домінували дрейсена та личинки хірономід, загальна чисельність їх становила 1000 екз/м², біомаса – 0,2 г/м². На експериментальних субстратах, що експонувалися в районі Трипільської ТЕС, відмічено 21 вид, крім зазначених найчастіше зустрічалися *Parachironomus pararostratus* Harnisch, *Microcricotopus bicolor* Zett.

У районі с. Трипілля, нижче скидання підігрітих вод Трипільської ТЕС у перифітоні були присутні личинки хірономід, гамариди (*Dikerogammarus haemobaphes* Eichwald), дрейсена (*Dreissena polymorpha* Pallas). Домінували за чисельністю личинки хірономід *C. silvestris*. Загальна чисельність безхребетних перифітону становила 1368 екз/м², біомаса – 0,2 г/м² (Protasov et al., 2015).

У 1970-ті рр. в літній період року у районі скиду Трипільської ТЕС, а саме на експериментальних субстратах у скидному басейні, при температурі близько 30°C були відмічені високі значення біомаси мохуватки *Plumatella emarginata* Allm., сумарна біомаса організмів досягала 900–1000 г/м² (Protasov et al., 2019). У каналі ежекторної споруди ТЕС також основу біомаси перифітону становила мохуватка *Plumatella emarginata* Allman. Загальна чисельність організмів перифітону була 20 тис. екз/м², біомаса – 100 г/м². Важливо відмітити, що саме дослідження зооперифітону на експериментальних субстратах в районі ТЕС дозволили виявити наявність в угрупованнях

таких вселенців як *Urnatella gracilis* Leidy, *Craspedacusta sowerbii* Lankester (поліпідна стадія).

На буях, що знаходилися в воді цілий рік, формувалися угруповання з домінуванням дрейсени з біомасою порядку сотень грамів і кілограмів на 1 м². У затоці Київської ТЕЦ-5 (Корчуватська затока) на металевому субстраті біомаса дрейсени досягала 1,9 кг/м², у районі Трипілля – 1,6 кг/м². Численні тут були гамариди (*Dickergammarus haemobaphes* Eichwald), личинки хірономід, олігохети-наїди.

Таким чином, у різних за температурою умовах угруповання мали різних домінантів. Дослідження свідчать, що мохуватки в 1970-ті роки були домінантами лише в зонах підігрітої води.

Також, важливо відмітити, що у 1970–1980 рр. практично єдиним видом гідробіонтів, що міг викликати суттєві біоперешкоди в системах водопостачання, в тому числі електростанцій, був молюск *D. polymorpha*. В теперішній час цей список загрозливих видів, що можуть викликати біоперешкоди в роботі обладнання систем технічного та циркуляційного водопостачання збільшився: присутня дрейсена вже двох видів (окрім дрейсени річкової ще і дрейсена бузька *Dreissena bugensis* Andr.), мохуватки *Plumatella fungosa* Pallas, *Hyalinella punctata* Hancock і в 2024 р. на експериментальних стендах в Канівському водосховищі зареєстровано ще один вид мохуватки – *Pectinatella magnifica* Leidy.

Зооперифітон Канівського водосховища в районі Трипільської ДРЕС за даними досліджень 2022 р.

Проби перифітону відбирали на чотирьох станціях Канівського водосховища і водних об'єктів системи охолодження Трипільської ТЕС у серпні 2022 р. (табл. 1).

Таксономічний склад. Загалом по станціям було відмічено 14 НІТ. Найбільша кількість спостерігалась на ст. № 4 – 11 НІТ, найменша на ст. № 3 – 4 НІТ. На всіх станціях були відмічені *Stylaria lacustris* Linnaeus, *Nais* sp., *Cricotopus silvestris* Fabricius, що становило 21% від загальної кількості НІТ. Личинки одного виду хірономід *Psectrocladius psilopterus* Kieffer зустрічалися на трьох станціях, крім ст. 1, і *Glyptotendipes glaucus* Meigen – на трьох станціях крім ст. 3, що становило 14% від загальної кількості видів. Два види (*Limnochironomus nervosus* Staeger, *Theodoxus fluviatilis* Linnaeus) зустрічались на двох станціях (також 14%). Інші таксони – гамариди: *Chaetogammarus ischnus* Stebbing (ст. 1), *Turbellaria* gen. sp., личинки волохокрильців *Agraylea multipunctata* Curtis, молюски *D. polymorpha*, *Bithynia* sp. (на ст. 3), *Tubificidae* sp. з волосними щетинками, *Diptera* gen. (на ст. 5) зустрічалися один раз і складали 50% від загальної кількості НІТ.

Кількісні показники і структура домінування. Чисельність на станціях коливалась від 44500 (ст. 3) до 2500 екз/м² (ст. 5), біомаса – від 50,5 (ст. 3) до 0,8 г/м² (ст. 4) (рис. 1).

На ст. 1 за чисельністю домінували *S. lacustris* (38,7%), *Nais* sp. (25,8 %), на інших станціях – *Nais* sp. (60,0–79,2 %) (рис. 2).

За біомасою перифітон на ст. 1, 3, 4 був монодомінантним: на ст. 1 і 4 домінували молюски *T. fluviatilis* (97,8 та 72,7 %, відповідно), на ст. 3 – *Nais* sp. (73,9 %). На ст. 5, на відміну від попередніх станцій, було декілька домінантів: *P. psilopterus* (21,2 %), *L. nervosus* (18,9 %) та *Nais* sp. (16,4 %).

Ценотична структура. На підставі оцінки подібності відносних показників деструкції (рис. 3), було виділено два угру-

Таблиця 1
Характеристика станцій відбору проб зооперифітону, (Канівське водосховище та технічні об'єкти Трипільської ТЕС)

Прив'язка до місцевості	№ станції	h, м	t, °C	Площа проби, м ²	Субстрат
Вище за течією від аванканалу підвідного каналу ТТЕС (м. Українка),	1	0,2	26,2–26,3	0,016	бетон
Скидний басейн системи охолодження ТЕС	3	0,2	29,2	0,024	бетон
Район скиду підігрітої води (ежекторна споруда)	4	0,15	26,3	0,008	бетон
Нижче за течією від р. Красна	5	0,15–0,2	24,9	0,012	бетон

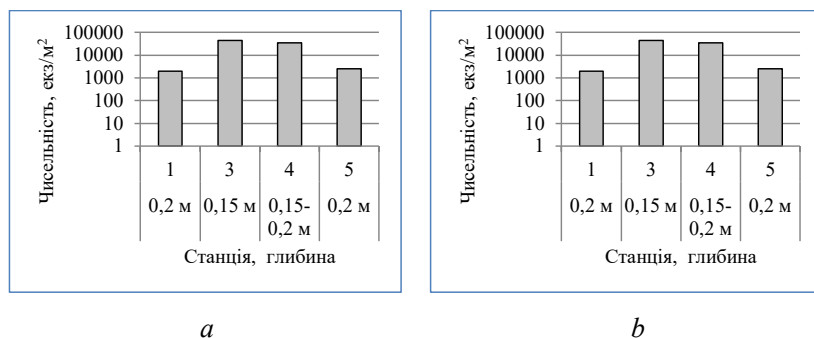


Рис. 1. Кількісні показники зооперифітону Канівського водосховища та водних об'єктів ТТЕС, серпень 2022 р.: (а) чисельність, (б) біомаса. Осі представлено у логарифмічній шкалі

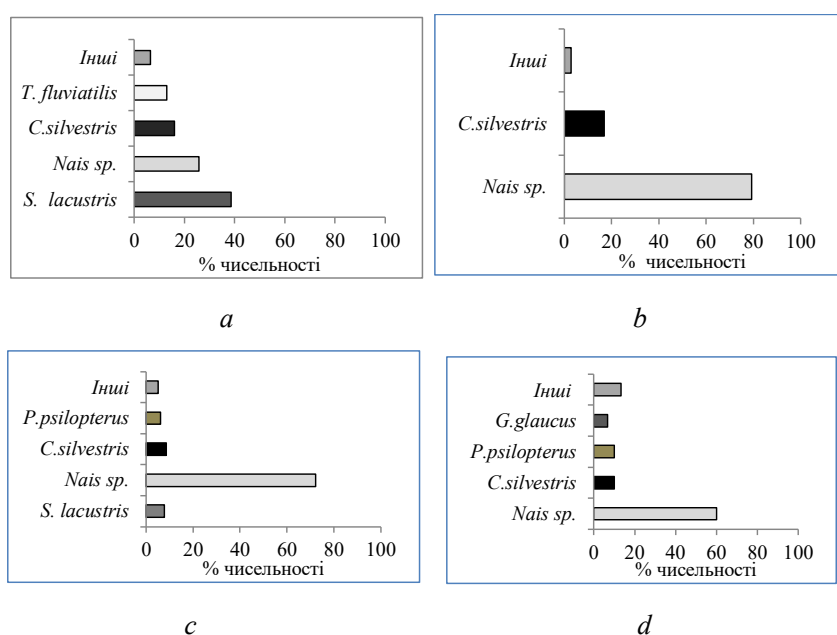


Рис. 2. Структура зооперифітону (частка у загальній чисельності, %) Канівського водосховища та водних об'єктів ТТЕС, серпень 2022 р.: (а) ст. 1, (б) ст. 3, (с) ст. 4, (д) ст. 5

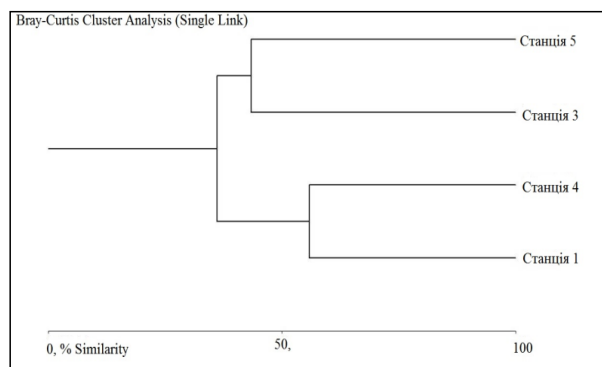


Рис. 3. Кластер подібності зооперифітону Канівського водосховища та водних об'єктів ТТЕС, серпень 2022 р. (за показниками загальної деструкції)

повання, їхні характеристики представлені в табл. 2.

Перше угруповання *T. fluviatilis* (60 %) було локалізовано вище за течією від аванканала і займало частину берега до скиду підігрітих вод. Це угруповання мало досить велику кількість НІТ – 12. Чисельність була 18385 екз/м², біомаса 36,3 г/м², НІТ-різноманіття за біомасою було низьким (1,2 біт/г).

Друге угруповання *Nais sp.* (68,3 %) було відмічено у скидному басейні та нижче за течією від р. Красна. За видовим складом угруповання було біднішим і нараховувало 8 НІТ. Угруповання характеризувалося більшою чисельністю та меншою біомасою, НІТ-різноманіття за біомасою було близьким до попереднього значення (1,5 біт/г).

Структура угруповань може бути представлена у вигляді так званих кривих домінування-різноманітності (Afanasiev & Lietytska, 2019) (рис. 4).

Таким чином, угруповання були олігоміксними, зі збідненою таксономічною структурою, були практично відсутні прикріплені екоморфи. Не можна зробити висновок,

що в зоні впливу скидних підігрітих вод угруповання зооперифітону (принаймні на малих глибинах) кардинально відрізнялися від такої зони поза впливом скидів.

Дослідження зооперифітону на експериментальних субстратах у сучасний період

Методика експериментальних субстратів дозволила виявити основні характерні риси перифітону, а саме, дозволяє прослідкувати суцесійні зміни.

Починаючи з 2014 р. угруповання перифітону досліджували на експериментальних субстратах, що було експоновано в затоці Старик. Характерним було формування угруповань зі значним розвитком колоній мохуватки *P. fungosa*. Розвиток мохуваток в деякі періоди перервав хід суцесії з постійним домінуванням дрейсенід, що був характерним для Канівського водосховища в перший період досліджень.

Оцінки інтенсивності розвитку обростання показали, що існувало декілька етапів формування угруповань перифітону на експериментальних субстратах. Перший етап: з постановки субстратів (кінець

Таблиця 2

Характеристика угруповань зооперифітону та їх модифікацій Канівського водосховища та водних об'єктів ТТЕС, серпень 2022 р.

Угруповання	Субстрат	N, екз/м ²	B, г/м ²	B, кДж/м ²	R, кДж/м ² ·год	H _N	H _B	H _R	Кількість НІТ
<i>T. fluviatilis</i> (60 %)	бетон	18385± 16448	36,3± 14,2	46,6± 26,5	249,6± 52,6	1,7	1,2	1,9	12
<i>Nais sp.</i> (68,3 %)	бетон	23500± 21000	6,7± 5,9	24,6± 22,3	120,0± 101,0	1,1	1,5	1,5	8

Примітка: в дужках подано частку НІТ (%) у загальній деструкції в порядку домінування; середнє ± стандартне відхилення.

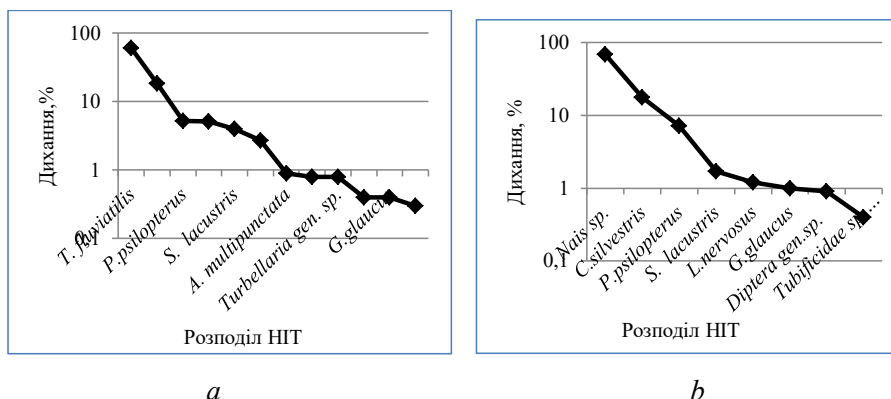


Рис. 4. Криві домінування-різноманіття двох угруповань: (a) *T. fluviatilis* (60 %), (b) *Nais sp.* (68,3 %)

квітня – травень) до експозиції в 30–50 діб субстрати були майже позбавлені організмів, в одиничній кількості були відмічені личинки *Chironomidae*, *Trichoptera* у будиночках. На окремих субстратах були відмічені поодинокі особини дрейсени невеликого (2–3 мм) розміру.

На другому етапі сукцесії формування угруповань відбувалося декількома шляхами. В першому варіанті на субстратах оселялася дрейсена, в основному це була *D. polymorpha*, рідше *D. bugensis*. Дрейсена формувала угруповання з великою біомасою впродовж всього експонування субстратів з 80–100 % домінуванням (рис. 5, а). Так, у 2019 р. з початку вересня по листопад формувалися дрейсеніві угруповання з домінуванням *D. polymorpha*, з біомасою від 835,9 до 5504,6 г/м². В угрупованнях біомаса *D. polymorpha* перевищувала біомасу другого виду *D. bugensis*: у вересні у 26 разів (835,9 г/м² проти 32,6 г/м², відповідно) та у листопаді у 15 раз (5504,6 г/м² проти 378,2 г/м², відповідно). У 2020 р. в угрупованнях дрейсени у вересні в 9 разів

переважала *D. polymorpha* (1564,6 проти 168,22 г/м²), а у листопаді в 1,2 рази переважала *D. bugensis* (11615,4 проти 9696,7 г/м²).

В другому варіанті, на субстратах на початку літа поселялася мохуватка, вона пригнічувала молоді особини дрейсени і не давала їм розвиватися у повній мірі, а також осідати новим личинкам дрейсенід. До початку серпня на субстратах формувалися масивні колонії мохуваток *P. fungosa*, що покривали субстрат на 90–100 % (рис. 5 б–с). До листопада, після відмирання колоній мохуватки, відбувалася заміна домінанта та знову формувалися угруповання з дрейсеною, однак вони вже не досягали такої великої біомаси, як це могло бути, якби мохуватка не колонізувала субстрат.

Чужородні види-вселенці грають важливу роль в формуванні та функціонуванні угруповань, а також в процесах формування комплексу чинників біоперешкод, які можуть виникати в системах водопостачання, експлуатації суден, тощо. Серед організмів перифітону, які можуть бути

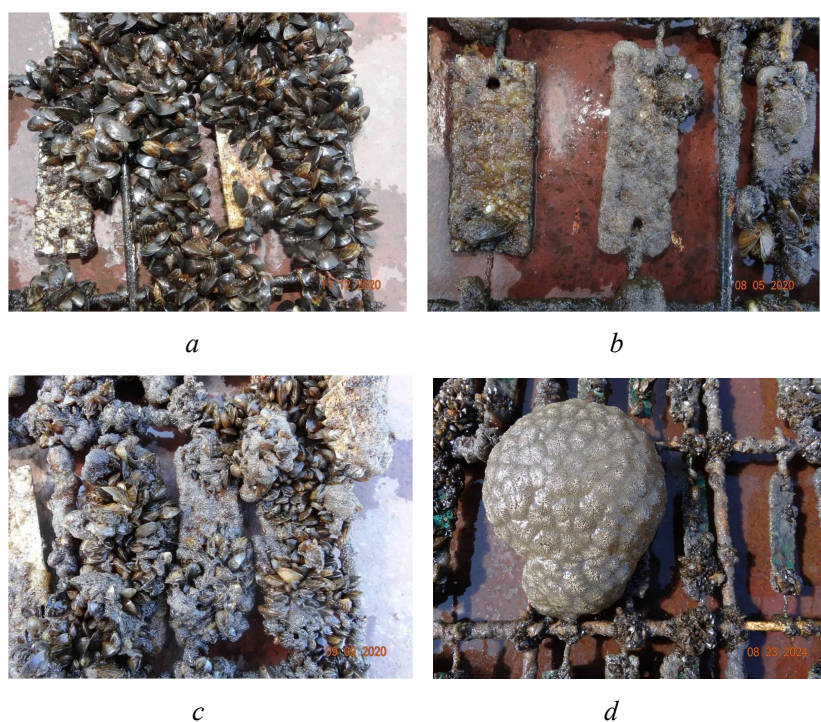


Рис. 5. Загальний вигляд обрастання на експериментальних субстратах в основній акваторії затоки Старик: (а) Угруповання дрейсени на експериментальних субстратах, 2020 р.; (б) угруповання мохуватки на експериментальних субстратах, серпень, 2020 р.; (с) змішане поселення дрейсени і мохуватки на експериментальних субстратах, вересень 2020 р.; (д) мохуватка *P. magnifica* на експериментальному стенді (серпень, 2024 р. діаметр колонії близько 12 см, для масштабу – довжина пластини, праворуч 8 см)

чинниками біоперешкод, насамперед слід відмітити ефаптонні, седентарні прикріплені організми, такі як дрейсеніди (*D. polymorpha*, *D. bugensis*), губки (*Spongia*), мохуватки (*Bryozoa*). Серед останніх слід звернути увагу на відносно недавнього вселенця – мохуватку *P. magnifica*.

Вперше цей вид був описаний у 1851 р. поблизу Філадельфії, тоді Дж. Лейди назвав його *Cristatella magnifica*, але скоро стало зрозумілим, що знайдена мохуватка відрізняється від представників роду *Cristatella*, тому було виділено окремий рід: *Pectinatella* (Balounova et al., 2013)

Разом з інвазією від *Pectinatella* очікується ряд несприятливих наслідків технічного плану: обростання риболовницького знаряддя, причалів, гідротехнічних споруд, засмічення та забивання водопровідних труб і фільтраційних систем, прикріплення до підводних субстратів у зонах відпочинку, що знижує рекреаційну цінність водойм. Також слід очікувати деяких екологічних проблем: *P. magnifica* є потенційним хазяїном міксозойного паразита *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Vuorio et al., 2018), збудника проліферативної хвороби нирок (PKD) у лососевих риб, що становить загрозу як для диких риб, так і може завдати значних збитків рибному господарству. Існує ймовірність, що *P. magnifica* може також переносити інших паразитів, підвищуючи ризик появи нових хвороб у водних екосистемах.

В басейні Дніпра вперше *P. magnifica* було зареєстровано у 2021 р. (Afanasyev & Lietytska, 2021). У 2024 р. масивні колонії мохуватки було відмічено нами на експериментальних стендах (див. рис. 5 d).

Розроблено деякі принципи оцінки впливів інвайдерів (IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT) на нативні популяції (IUCN ..., 2020), вони розглядають саме вплив інвайдерів на інші популяції регіону-реципієнту. Можливі негативні наслідки від інвазій цієї мохуватки розглянуто вище. Є більше 10 варіантів механізмів впливу інвазивних видів на біорізноманіття та довкілля, це вказано у Глобальній базі даних по інвазивних видах (GISD, URL). Але ж, слід відмітити, що всі ті впливи мають відношення саме до біотичних взаємодій і ніяк не відображають безпосередній вплив інвайдерів на технічні системи та господарську діяльність.

Згідно класифікації GISD вплив *P. magnifica* можна віднести до 10 та 11 типів: фізичний вплив на інші популяції (колонія

мохуватки просто вкриває інші організми на субстраті) та вплив на структурні характеристики середовища: замість прийнятого для поселення субстрату колонія мохуватки «пропонує» зовсім неприйнятний для поселення субстрат у вигляді желеподібної колонії.

Щодо впливу на техносистеми, тут може бути виокремлено два впливи: розвиток обростання в системах водопостачання (флотобласти мають досить малі розміри, щоби проникати в різні частини водоводів і формувати колонії), механічне забруднення систем водопостачання, решіток, фільтрів за рахунок флотуючих колоній, та дрифту.

Вплив умов середовища на розвиток зооперифітона. Було встановлено, що в затоці Старик є ділянки з різним рівнем трофності вод. В південній частини затоки локалізовано окрему акваторію, обмежену незамкнутою дамбою, тобто водообмін в ній був досить уповільненим. Це дало можливість експонувати експериментальні субстрати в досить різних умовах, про що свідчать дані з гідрохімії (табл. 3).

При інтегральній оцінці отримані показники дозволяють зробити висновок, що якість води в двох ділянках акваторії затоки може бути віднесено до II–III класу 3–4 категорії якості, що відповідає мезотрофним та евтрофним водам. Але показники фосфатів, біхроматної окислюваності, БСК5 показують політрофні умови (основна акваторія затоки) і гіпертрофні умови (V категорія, окрема акваторія).

Розвиток зооперифітона на основній акваторії затоки проходить у загальному в межах багаторічних трендів сукцесійного розвитку угруповань. У серпні 2025 р. (експозиція майже півтора року) існувало угруповання, яке можна вважати клімаксом, з абсолютним домінуванням дрейсенід (рис. 6). Біомаса таких угруповань перевищує 10 кг/м², за даними 2025 р. на початку серпня відбувалося інтенсивне осідання велігерів, таким чином, відбувалося поповнення популяції моллюсків.

На окремій евтрофованій акваторії хід сукцесії був кардинально іншим. У травні 2025 р. було виставлено експериментальний стенд з субстратами, що мали різні якості покриття та контрольні.

Протягом одного місяця інертні субстрати (вініпласт) практично не були колонізовані організмами перифітону (рис. 7, а). Тільки на окремих пластинах було відмічено розви-

Таблиця 3

Показники гідрохімічного режиму у двох ділянках затоки, де проводили дослідження на ЕС у 2024 –2025 рр.

Станції	pH	N/NO ₂ , мг/дм ³	N/NO ₃ , мг/дм ³	N/NH ₄ , мг/дм ³	P/PO ₄ , мг/дм ³	БО, мг О/дм ³	БСК ₅ мг О ₂ /дм ³	Інтегральна оцінка якості середовища
Канівське вдсх, затока Старик	<u>7,7</u> II.2	<u>0,03</u> III.4	<u>0,38</u> II.3	<u>0,19</u> II.2	<u>0,14</u> III.5	<u>41,5</u> IV.6	<u>9,2</u> IV.6	II клас 3 категорія. Добра, досить чиста
Канівське вдсх, затока Старик, окрема акваторія	<u>7,9</u> II.2	<u>0,004</u> II.2	<u>0,51</u> III.4	<u>0,21</u> II.3	<u>0,32</u> V.7	<u>69,0</u> V.7	<u>16,5</u> V.7	III клас 4 категорія. Задовільна, слабко забруднена

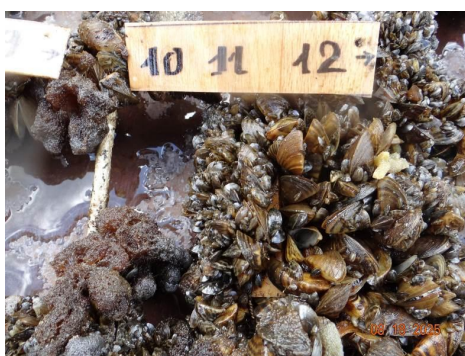


Рис. 6. Загальний вигляд обростання з домінуванням дрейсенід

ток двомірних колоній мохуваток. За шкалою оцінки (Protasov & Morozovska, 2025) таке обростання, за рясністю може бути оцінено від 0,5 до 1,5 балів, що відповідало біомасі порядку десятих часток грамів/м².

В липні на субстраті № 6 колонія *P. fungosa* з невеличкої двомірної розрослася до масивної тривимірної колонії, (рис. 7, b) оцінка такого обростання – 5 балів.

Але слід звернути увагу на значну нерівномірність розвитку обростань: субстрат № 4 мав тільки невеличкі поселення рухомих колоній мохуваток *Crystatella mucedo* Cuvier, Оцінка рясноти – не більше 2 балів. Далі розвиток відбувався досить вибухово, як видно з фото (рис. 7, c), наприкінці липня колонія *Plumatella* практично відмерла, вся поверхня вкрита колоніями *Crystatella*.

Оцінка інтенсивності обростання – 4,5 і 5 балів (відповідає біомасі у сотні та тисячі г/м²) була для субстратів № 4 і 6, відповідно. Окрім того, слід відмітити, що, з огляду на певну рухомість колоній домінуючих мохуваток *Crystatella*, все обростання набуває риси особливої динамічності.

Наприкінці вересня масивні колонії *P. fungosa* відмирили і практично були зруйновані (рис. 7, d). Сукцесія нібито повертається в зворотному напрямку: на субстраті № 4 бачимо тільки окремі колонії *Crystatella*, зі статобластами на поверхні колоній.

Обговорення

Порівняння складу угруповань зооперифітону згідно даних 1970-х років та сучасних даних показали, що у їхньому складі з'явилися нові види гідробіонтів, які можуть бути фактором біологічних перешкод в роботі обладнання водопостачання енергетичних станцій, зокрема Трипільської ТЕС. До таких агресивних обростань слід віднести прикріплених молюсків та мохуваток, зокрема було відмічено інвазивний вид останніх – *P. magnifica*.

Дослідження, що були проведені на експериментальних субстратах в останні роки, показали, що формування угруповань зооперифітону, в умовах Канівського водосховища відбуваються згідно з певними закономірностями. Встановлено, що в період з кінця липня та початку серпня досить швидко формується обростання з домінуванням мохуваток. Після цього періоду, як

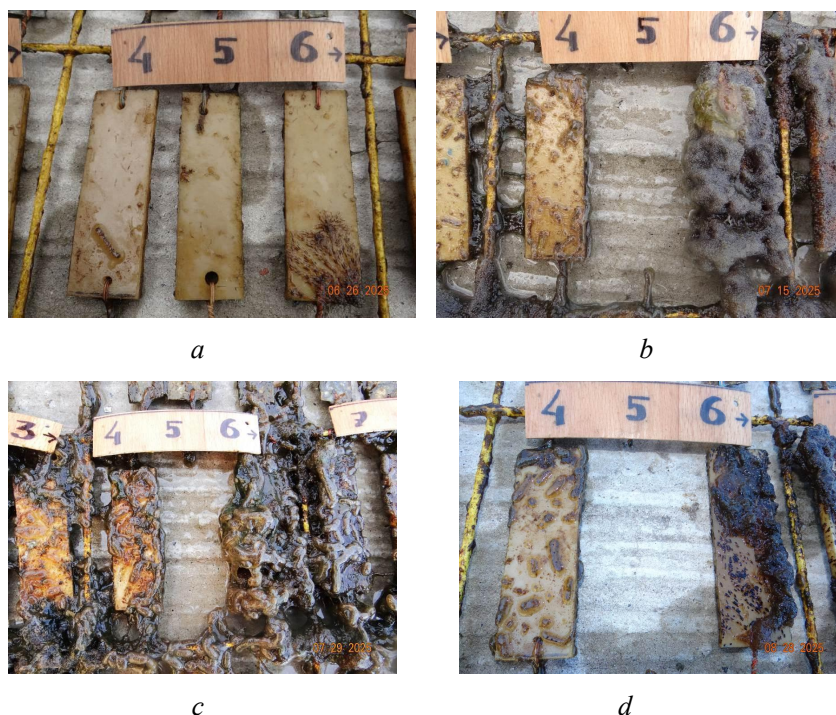


Рис. 7. Динаміка розвитку обростання на експериментальних субстратах на окремій акваторії затоки Старик: (а) вигляд експериментальних субстратів після місячної експозиції; (б) після півтора місяця експозиції; (с) після двомісячної експозиції; (д) після тримісячної експозиції

правило, інтенсивно формуються угруповання з домінуванням дрейсенід.

З огляду на отримані дані, слід звернути увагу на те, що зазначені види мохуваток як індикатори екологічного стану вод мають сапробні індекси не більше, як 2,3, що відповідає олиго-мезосапробній зоні сапробності, мезоевтрофним водам. Ми вважаємо, що індекс сапробності для мохуваток (*P. fungosa*, *S. tucedo*) має бути, принаймні, вище, ніж у дрейсени, не нижче, ніж 2,5 і відповідати евтрофним чи, навіть еволітрофним водам.

Характер сукцесії в умовах різної трофності докорінно змінюється. Якщо в мезотрофних умовах угруповання формують довгоживучі седентарні форми, загальний габітус та структура обростання стає стабільною і це може продовжуватися роками, то в умовах евтрофних, при іншому складі перифітону, формуються досить «ефемерні» угруповання, переважно циклічний характер сукцесійних змін. В часи змін кліматичних умов та підвищення трофності вод можна висунути гіпотезу, що склад та сукцесійні зміни в угрупованнях перифітону будуть суттєво змінюватися в бік загрози підвищення біоперешкод.

Висновки

В останні роки у Канівському водосховищі склад перифітону стає більш «агре-

сивним» у сенсі формування біоперешкод, що є важливим, оскільки з водосховищем пов'язані системи водопостачання декількох енергетичних об'єктів.

У складі перифітону з'явилися нові види гідробіонтів, що потенційно можуть ставати загрозою біологічних перешкод.

Виявлено значний розвиток мохуваток в угрупованнях перифітону Канівського водосховища пов'язаний, очевидно, як зі зміною кліматичних умов, так і зі зростанням трофності, евтрофуванням.

Саме дослідження в одній із заток водосховища, де підвищення трофності добре виражене, спостерігалось інтенсивне формування обростання за рахунок мохуваток. В таких умовах формуються угруповання «пульсуючого» типу, тобто такі, що досить швидко нарощують біомасу, але є досить недовговічними.

Для контролю біологічних перешкод потрібно звернути увагу на умови у окремих ділянках водосховища, на склад угруповань, появу нових інвазивних видів. Виявлені негативні тенденції необхідно враховувати під час проведення заходів щодо усунення біоперешкод в роботі обладнання систем водопостачання.

Подяки

Автори вдячні Л. С. Кіпніс за допомогу з підготовкою гідрохімічних даних.

Робота проводилася в рамках конкурсної тематики, код 1230 «Розроблення нових

підходів, методів та технологічних засад біологічної та екологічної безпеки водних об'єктів енергетичних станцій, що постраждали від комплексного впливу воєнних дій».

Список використаної літератури

Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.

Acs E., Kiss K. Colonization process of diatoms on artificial substrates in the river Dande near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia*. 1993. 269. P. 307–31. <https://doi.org/10.1007/BF00028029>

Afanasyev S. O., Lietytska Ye. N. Structure of Dominance/Diversity of Benthic Macroinvertebrate Communities in the Carpathian Rivers. *Hydrobiological Journal*, 2019. 55(4). 3–15. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i4.10>

Afanasyev S. O., Lietytska O. M. The First Record of Alien Bryozoan *Pectinatella magnifica* in the Dnieper River Basin and Evaluation of its Dissemination Paths. *Hydrobiological Journal*. 2021. 57 (2). P. 26–35. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v57.i2.30>

Balounova Z., E. Pechoušková J., Rajchard V., Joza V., Šinko J. 2013. World-wide distribution of the Bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851). *European Journal of Environmental Sciences*. 2013. 3 (2). P. 96–100. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.11>

Biggs B., Stevenson R., Lowe R. A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie*. 1998. 133 (1). P. 21–56. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/143/1998/21>

Cattaneo A., Amireault M. C. How Artificial Are Artificial Substrata for Periphyton. *Journal of the North American Benthological Society*. 1992. 11(2), P. 244–256. <https://doi.org/10.2307/1467389>

IUCN. Guidelines for using the IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT) Categories and Criteria. Version 1.1. 2020. IUCN, Gland Switzerland, Cambridge, UK.

Morozovska I. O., Rogalskiy S. P., Dzhuzha O. V., Tarasiuk O. P., Protasov O.O. Zooperiphyton on anti-fouling coatings and changes of its coenotic structure. *Hydrobiological Journal*. 2024. 60 (3). P. 91–109. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v60.i3.60>

Protasov A. A., Morozovska I. O. Express assessment of fouling development in technical systems and under experimental conditions. *Hydrobiological Journal*. 2025. 61 (6). P. 80–90. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v61.i6.60>

Protasov O.O., Guryanova G. A., Sylaieva A. A., Laskovenko N. N. Zooperiphyton dynamics on the experimental substrata in the near-dam section of the Kiev reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2015. 51 (5). P. 80–90. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v51.i5.80>

Protasov O.O., Morozovskaya I.A., Laskovenko N. N., Rogalskiy S. P. Composition and structure of zooperiphyton on the experimental substrates in the Kaniv reservoir. The many-year aspect. *Hydrobiological Journal*. 2019. 55 (5). P. 3–19. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i5.10>

Protasov O.O., Morozovska I.O., Rogalskiy S. P. Dynamics of zooperiphyton communities' development on inert substrate and antifouling coatings in the reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2021. 57 (2). P. 36–53. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v57.i2.40>

Prygiel, J., Coste M. Guide méthodologique pour la mise on oeuvre de l'Indice Biologique Diatomees. Agences de l'Eau, Cemagref-Groupement de Bordeaux. *Agences de l'Eau*. 2000, P. 1–134.

Semeniuk, N. Ye., Davydov O. A., Grigorieva I. Ye., Zhorova A. V., Koziychuk E. The process of colonization of *Tipha angustifolia* L. by algae of different ecological groups on river part of Kaniv reservoir (r. Dnieper, Ukraine). *Hydrobiological Journal*. 2025. 61 (5). P. 3–24. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v62.i1.10>

Vuorio K., Kanninen A., Mitikka S., Sarkkinen M., Hämäläinen H. Invasion of Finnish inland waters by the alien moss animal *Pectinatella magnifica* Leidy, 1851 and associated potential risks. *Management of Biological Invasions*. 2018. 9 (1). P. 1–10. <https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.1.01>

Zhorova A. V., Hryhoriyeva H. Ye., Semeniuk N. Ye., Davydov O. A., Koziychuk E. Sh. Spatial dynamics and interrelations of contour algal communities in the upper section of the Kaniv reservoir (Dnieper river, Ukraine). *Hydrobiological Journal*. 2025. 61 (4). P. 3–23. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v61.i4.10>

References

Metody hidroekologichnykh doslidzhen poverkhnevnykh vod (2006). [Methods of hydroecological research of surface waters] / ed. Romanenko, V.D. Kyjiv : LOHOS [in Ukrainian].

Acs, E., & Kiss, K. (1993). Colonization process of diatoms on artificial substrates in the river Dande near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia*, 269, 307–315. <https://doi.org/10.1007/BF00028029> [in English].

Afanasyev, S. O., & Lietytska, Ye. N. (2019). Structure of Dominance/Diversity of Benthic Macroinvertebrate Communities in the Carpathian Rivers. *Hydrobiological Journal*, 55(4), 3–15. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i4.10> [in English].

Afanasyev, S. O., & Lietytska, O. M. (2021). The First Record of Alien Bryozoan *Pectinatella magnifica* in the Dnieper River Basin and Evaluation of its Dissemination Paths. *Hydrobiological Journal*, 57 (2), 26–35. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v57.i2.30> [in English].

Balounova, Z., Pechoušková E., Rajchard J., Joza V., & Šinko J. (2013). World-wide distribution of the Bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy 1851). *European Journal of Environmental Sciences*, 3(2), 96–100. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.11> [in English].

Biggs, B., Stevenson, R. & Lowe, R. (1998). A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie*, 133(1), 21–56. <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/143/1998/21>. [in English].

Cattaneo, A., & Amireault, M. C. (1992). How Artificial Are Artificial Substrata for Periphyton. *Journal of the North American Benthological Society*, 11(2), 244–256. <https://doi.org/10.2307/1467389>. [in English].

IUCN. (2020). Guidelines for using the IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT) Categories and Criteria. Version 1.1. IUCN, Gland Switzerland, Cambridge, UK. [in English].

Morozovska, I. O., Rogalskiy, S. P., Dzhuzha, O. V., Tarasiuk, O. P., & Protasov, O.O. (2024). Zooperiphyton on anti-fouling coatings and changes of its coenotic structure. *Hydrobiological Journal*, 60 (3), 91–109. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v60.i3.60>. [in English].

Protasov, A. A., & Morozovska, I. O. (2025). Express assessment of fouling development in technical systems and under experimental conditions. *Hydrobiological Journal*, 61 (6), 80–90. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v61.i6.60>. [in English].

Protasov, O.O., Guryanova, G. A., Sylaiyeva, A. A., & Laskovenko, N. N. (2015). Zooperiphyton dynamics on the experimental substrata in the near-dam section of the Kiev reservoir. *Hydrobiological Journal*, 51 (5), 80–90. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v51.i5.80>. [in English].

Protasov, O.O., Morozovskaya, I.A., Laskovenko, N. N., & Rogalskiy, S. P. (2019). Composition and structure of zooperiphyton on the experimental substrates in the Kaniv reservoir. The many-year aspect. *Hydrobiological Journal*, 55 (5), 3–19. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i5.10>. [in English].

Protasov, O.O., Morozovska, I.O., & Rogalskiy, S. P. (2021). Dynamics of zooperiphyton communities' development on inert substrate and antifouling coatings in the reservoir. *Hydrobiological Journal*, 57 (2), 36–53. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v57.i2.40>. [in English].

Prygiel, J., & Coste, M. (2000). Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomees. Agences de l'Eau, Cemagref-Groupement de Bordeaux. *Agences de l'Eau*, 1–134. [in English].

Semeniuk, N. Ye., Davydov, O. A., Grigorieva, A. Ye., Zhorova, A. V., & Koziychuk, E. Sh. (2025). The process of colonization of *Tipha angustifolia* L. by algae of different ecological groups on river part of Kanev reservoir (r. Dnieper, Ukraine). *Hydrobiological Journal*, 61 (5), 3–24. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v62.i1.10>. [in English].

Vuorio, K., Kanninen, A., Mitikka, S., Sarkkinen, M., & Hämäläinen, H. (2018). Invasion of Finnish inland waters by the alien moss animal *Pectinatella magnifica* Leidy, 1851 and associated potential risks. *Management of Biological Invasions*, 9 (1), 1–10. <https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.1.01> [in English].

Zhorova, A. V., Hryhoriyeva, H. Ye., Semeniuk, N. Ye., Davydov, O. A., & Koziychuk, E. Sh. (2025). Spatial dynamics and interrelations of contour algal communities in the upper section of the Kaniv reservoir (Dnieper river, Ukraine). *Hydrobiological Journal*, 61 (4), 3–23. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v61.i4.10> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 23.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

