

ДИНАМІКА СТАНУ УГРУПОВАНЬ ЗООПЛАНКТОНУ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ БУЧАНСЬКОГО РАЙОНУ У ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД 2023 РОКУ

Берія В.Д., Гандзюра В.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 60, 01033, м. Київ
vitaliyliionow@gmail.com, gandzyura@gmail.com

Моніторинг стану екосистем, котрі зазнали антропогенного навантаження внаслідок воєнних дій є вкрай важливим, оскільки не тільки дає змогу визначити наслідки такого навантаження для екосистем, але, також, дозволяє отримати дані про швидкість процесів самовідновлення та саморегуляції в постраждалих екосистемах. Особливої уваги заслуговує той факт, що для відновлення територій, котрі зазнали руйнівного впливу війни необхідно мати чітке уявлення про стан місцевих екосистем та їх ресурсний потенціал.

Коли мова йде про дослідження стану таких екосистем протягом тривалого часу, то доцільно використовувати метод біоіндикації, оскільки він дозволяє на прикладі обраних індикаторних груп організмів встановити ті зміни, яких зазнає екосистема після дії збурюючого чинника. В даній роботі такою індикаторною групою є угруповання зоопланктерів, що населяють водні об'єкти Бучанського району Київської області, а саме: річку Ірпінь та дві її притоки – Горенка та Мошунка, що зазнали потужного антропогенного навантаження внаслідок воєнних дій на початку весни 2022 року.

Отримання даних про стан індикаторних груп зоопланктерів у різні часові періоди дозволяє визначити як у межах досліджуваної екосистеми працюють механізми саморегуляції та самовідновлення. Метою даного дослідження є визначення змін стану зазначених індикаторних груп організмів у літньо-осінній період 2023 року у тих водних екосистемах, що зазнали антропогенного навантаження внаслідок воєнних дій. Відповідно до мети в ході дослідження використано результати аналізу двох серій проб: першої – зібраної на початку серпня 2023 року та другої – зібраної на початку листопада того ж року.

Аналіз отриманих результатів вказує на відносно врівноваження видового різноманіття серед угруповань зоопланктерів в межах досліджуваних гідроекосистем, що пояснюється як результат роботи внутрішніх механізмів саморегуляції у цих водоймах на екосистемному рівні. *Ключові слова:* Бучанський район, зоопланктон, біоіндикація, видове різноманіття, сапробність, стійкість та відновлення екосистем.

Dynamics of the state of zooplankton groups in aquatic ecosystems of the Buchansky district in the summer-autumn period of 2023. Beriiia V., Gandzyura V.

Monitoring the state of ecosystems that have undergone anthropogenic stress as a result of military actions is extremely important, as it not only allows determining the consequences of such stress for ecosystems, but also allows obtaining data on the speed of self-recovery and self-regulation processes in affected ecosystems. Special attention should be paid to the fact that in order to restore territories that have suffered the devastating effects of war, it is necessary to have a clear idea of the state of local ecosystems and their resource potential.

When it comes to researching the state of such ecosystems over a long period of time, it is advisable to use the bioindication method, as it allows, on the example of selected indicator groups of organisms, to establish the changes that the ecosystem undergoes after the action of a disturbing factor. In this work, such an indicator group is the group of zooplankters inhabiting water bodies of the Buchansky district of the Kyiv region, namely: the Irpin River and its two tributaries – Gorenka and Moshkunka, which were subjected to a powerful anthropogenic load as a result of military operations in the early spring of 2022.

Obtaining data on the state of indicator groups of zooplankters in different time periods allows us to determine how the mechanisms of self-regulation and self-regeneration work within the studied ecosystem. The purpose of this study is to determine changes in the state of the specified indicator groups of organisms in the summer-autumn period of 2023 in those water ecosystems that have undergone anthropogenic stress as a result of military operations. According to the goal, the research used the results of the analysis of two series of samples: the first – collected at the beginning of August 2023 and the second – collected at the beginning of November of the same year.

The analysis of the obtained results indicates the relative balance of species diversity among zooplankter communities within the studied hydroecosystems, which is explained as the result of the work of internal mechanisms of self-regulation in these reservoirs at the ecosystem level. *Key words:* Buchansky district, zooplankton, bioindication, types of diversity, saprobity, sustainability and restoration of ecosystems.

Постановка проблеми. Вплив антропогенного навантаження на функціональний стан водних екосистем є значною проблемою на теренах нашої країни, особливого значення ця проблема набула після початку повномасштабного вторгнення РФ, коли значна територія України зазнала руйнівного впливу

внаслідок воєнних дій [1]. Для тих водних екосистем, що опинилися у безпосередній близькості до місць запеклих боїв антропогенне навантаження стало основним стресуючим фактором, що суттєво вплинув на цілісність їх основних механізмів обміну інформацією, речовиною та енергією, що,

у свою чергу, призвело до порушення функціонального стану таких екосистем та втрати їх ресурсного потенціалу. Вартим уваги є і той факт, що досліджувані у Бучанському районі водні екосистеми зазнали наслідків підтоплення після підриву дамби біля села Козаровичі [2, 3].

Актуальність дослідження. Дослідження, котрі спрямовані на визначення змін, що зазнали гідроекосистеми внаслідок антропогенного навантаження пов'язаного з воєнними діями є важливою передумовою післявоєнного відновлення у постраждалих від війни регіонах України, оскільки дозволяють кількісно оцінити шкоду, що була завдана довкіллю та отримати дані про масштаб та об'єм робіт необхідних для відновлення довоєнного стану екосистем зазначених регіонів.

Зв'язок авторського доробку із важливими та практичними завданнями. Застосування методів біоіндикації під час моніторингу стану водних екосистем в уражених війною регіонах є важливою ланкою для оцінки ступеня антропогенного впливу на такі екосистеми, що дозволяє значною мірою спростити виявлення найбільш постраждалих екосистем, котрі знаходяться на межі незворотних змін та втрати біологічного та ресурсного значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження змін, що зазнали водні екосистеми внаслідок повномасштабного вторгнення у 2022 році та визначення їх функціонального стану є важливою темою інтересу для вітчизняної та міжнародної наукової спільноти. Так, у березні 2023 року міжнародна наукова група з Бельгії, Німеччини, США та України опублікувала статтю, де спробувала оцінити наслідки впливу війни на ресурсний потенціал водних екосистем та стан водної інфраструктури у перші місяці після початку повномасштабного вторгнення [4]. Дослідження впливу воєнних дій на водні екосистеми Бучанського району також проводилося авторами даної статті у попередні роки [5]. Також, вітчизняними вченими було висвітлено аспект відновлення постраждалих внаслідок воєнних дій екосистем на прикладі розливу річки Ірпінь наприкінці лютого 2022 року [6]. Особливої уваги заслуговує той факт, що науковцями НАН України було спрогнозовано характер затоплення територій Київської області у внаслідок пошкодження гідротехнічних споруд на річці Ірпінь [7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття та новизна. Важливим аспектом у контексті дослідження змін, що зазнали водні екосистеми внаслідок антропогенного навантаження, що потребує висвітлення є врахування положень концепції здоров'я екосистеми при комплексній оцінці наслідків воєнних дій на уражені екосистеми. Врахування можливостей механізмів самовідновлення та саморегуляції уражених екосистем при оцінці завданої їм шкоди має критичне зна-

чення, оскільки сприятиме визначенню найбільш вразливих до дій збурюючих факторів екосистем, що потребують негайних дій для їх повернення до стабільного функціонального стану та уникнення незворотних та деструктивних змін, оскільки дія їх власних механізмів підтримання функціонального стану є недостатньою аби мінімізувати наслідки впливу збурюючого фактору. В даній роботі аспект здоров'я водних екосистем розглядається з перспективи окремих її елементів – гідробіонтів та їх ролі як індикатора роботи механізмів саморегуляції у водній екосистемі через тривалий період після дії збурюючого фактору.

Методологічне або загальнонаукове значення. Виконання моніторингових заходів в уражених війною екосистемах дозволить не тільки практично застосувати наявну теоретичну базу у сфері військової екології але й сприятиме її розширенню та вдосконаленню на основі нових досліджень воєнного впливу на довкілля в Україні. Враховуючи масштаби уражених воєнними діями територій для своєчасного виявлення найбільш постраждалих екосистем доцільно застосовувати та адаптувати ті методи, що сприяють відносно швидкому та репрезентативному дослідженню стану таких екосистем на прикладі методу біоіндикації.

Викладення основного матеріалу. Загалом в кожній з двох серій відбору проб зоопланктону було проведено чотири відбори проб з трьохгодинним інтервалом на кожній з чотирьох дослідних станцій. Такий часовий інтервал обумовлений необхідністю врахування добових змін у просторовому співвідношенні дослідних груп зоопланктону. Таким чином загальна кількість проб отриманих в результаті літньої та осінньої серій відбору складала 32 проби з чотирьох дослідних станцій (рис. 1).

Станція відбору проб № 1. Рекреаційна водойма біля села Мошун. У межах даної станції прозорість водної товщі складала 30 сантиметрів. Товщина піщано-мулистого шару складала 30–40, в деяких місцях до 50 сантиметрів. Дана станція знаходилася в незарослому біотопі, оскільки водна рослинність у межах ділянки відбору була представлена локально та без високої щільності розміщення у просторі.

Станція відбору проб № 2. Річка Мошунка. У межах даної станції прозорість водної товщі була низькою – до 10 сантиметрів. Товщина піщано-мулистого шару в межах дослідної ділянки складала 50–70 сантиметрів. Дана станція знаходилася в зарослому біотопі, оскільки водна рослинність у межах ділянки відбору була представлена значною мірою та з високою щільністю розміщення у просторі.

Станція відбору проб № 3. Річка Горенка. У межах даної станції прозорість водної товщі складала лише 5 сантиметрів. Товщина піщано-мулистого шару знаходилась у межах від 40 до 50 сантиметрів. Дана станція знаходилася в незарослому біотопі, оскільки водна рослинність у межах ділянки



Рис. 1. Просторове розміщення станцій відбору проб зоопланктону

відбору була представлена без високої щільності розміщення у просторі.

Станція відбору проб № 4. Річка Ірпінь. У межах даної станції прозорість водної товщі була дуже низькою – до 5 сантиметрів. Товщина піщано-мулистого шару в межах дослідної ділянки складала приблизно 50 сантиметрів. Дана станція знаходилася в зарослому біотопі, оскільки водна рослинність у межах ділянки відбору була представлена у значною мірою та з високою щільністю розміщення у просторі.

Знаряддям для отримання проб зоопланктерів слугувала конічна сітка Нансена [8]. Подальше дослідження отриманих проб зоопланктерів відбувалося у лабораторних умовах, де, за допомогою методу обчислення Гензена, використовуючи камеру Богорова та бінокляр МБС-9 вдалося отримати дані про кількісний розподіл основних груп досліджуваних організмів – коловерток, гіллястовусих та веслоногих ракоподібних [9].

Показники сапробності досліджуваних водойм визначено згідно індексу Пантле-Букка.

Станція відбору проб № 1. Рекреаційна водойма біля села Мощун. У літній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у незарослому біотопі характерні були наступні показники: гіллястовусі ракоподібні були представлені лише одним видом з трьох загальних (33,3 %). Представників веслоногих ракоподібних та коловерток не знайдено взагалі. Представників черепашкових ракоподібних також не виявлено. Показник сапробності (S) у літній період в межах даної станції знаходився на рівні 2,1, який притаманний помірно забрудненим екосистемам. В осінній період 2023 року для співвідношення основних

груп зоопланктерів у незарослому біотопі характерні були наступні показники: гіллястовусі ракоподібні були представлені двома видами з п'яти загальних (40 %), в той час як представники веслоногих ракоподібних та коловерток були представлені по одному виду. Представників черепашкових ракоподібних не виявлено. Показник сапробності (S) в осінній період в межах даної станції знаходився на рівні 2, який притаманний для чистих гідроекосистем.

Станція відбору проб № 2. Річка Мощунка. У літній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у зарослому біотопі характерні були наступні показники: гіллястовусі та черепашкові ракоподібні були представлені по одному виду (по 20 %) з п'яти видів загалом; веслоногі ракоподібні були представлені двома видами (40 %). Показник сапробності (S) у літній період в межах даної станції знаходився на рівні 2,4 який притаманний для тих гідроекосистем, що є помірно забрудненими. В осінній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у зарослому біотопі характерні були наступні показники: гіллястовусі ракоподібні були представлені двома видами (40 %); веслоногі ракоподібні також були представлені двома видами (40 %); черепашкові ракоподібні були представлені лише одним видом (20 %) із п'яти видів загалом. Показник сапробності (S) в осінній період в межах даної станції залишався на рівні 2,4.

Станція відбору проб № 3. Річка Горенка. У літній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у незарослому біотопі цієї станції характерні були наступні показники: коловертки були представлені лише одним видом із загальної кількості у десять видів (10 %); гіллястовусі ракоподібні були представлені двома видами (20 %); вес-

лоногі ракоподібні були представлені лише одним видом (10 %); черепашкові ракоподібні також були представлені лише одним видом (10 %). Показник сапробності (S) у літній період в межах даної станції знаходився на рівні 2, що відповідає чистим гідроекосистемам. У осінній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у незарослому біотопі цієї станції характерні були наступні показники: коловертки були представлені двома видами із загальної кількості у дванадцять видів (16,6 %); гіллястовусі ракоподібні були представлені трьома видами (25 %); веслоногі ракоподібні були представлені двома видами (16,6 %); черепашкові ракоподібні були представлені лише одним видом (8,3 %). Показник сапробності (S) в осінній період в межах даної станції залишався на рівні 2.

Станція відбору проб № 4. Річка Ірпінь. У літній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у зарослому біотопі цієї станції характерні були наступні показники: гіллястовусі ракоподібні були представлені двома видами із загальної кількості у 7 видів (28,4 %); веслоногі ракоподібні були представлені трьома видами (42,6 %); представники черепашкових ракоподібних та коловертки не були виявлені. Показник сапробності (S) у літній період в межах даної станції знаходився на рівні 2,7 який притаманний для тих гідроекосистем, що є забрудненими. У осінній період 2023 року для співвідношення основних груп зоопланктерів у зарослому біотопі цієї станції характерні були

наступні показники: гіллястовусі ракоподібні були представлені трьома видами із загальної кількості у 8 видів (37,5 %); веслоногі ракоподібні також були представлені трьома видами (37,5 %); представники коловертки були представлені лише одним видом (12,5%); представники черепашкових ракоподібних не були виявлені. Показник сапробності (S) у літній період в межах даної знаходився на рівні 2,6 який притаманний для тих гідроекосистем, що є помірно забрудненими.

Висновки. Порівняння отриманих даних за літній та осінній періоди дозволило дійти висновку, що дія механізмів саморегуляції та самовідновлення у досліджуваних екосистемах сприяє відносному врівноваженню видового різноманіття серед угруповань зоопланктерів після тривалого періоду з моменту припинення дії збурюючого фактору, проте варто зауважити, що процес врівноваження є повільним та нестійким у часі, що вимагає продовження моніторингових заходів і надалі.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані в результаті дослідження дані є необхідним елементом комплексного дослідження стану водних екосистем деокупованих територій Київської області у післявоєнний період та кількісної оцінки шкоди, що була завдана довкіллю внаслідок воєнних дій. Для цього вкрай важливо також визначити тривалість відновлювального періоду пошкоджених воєнними діями екосистем для адекватної оцінки шкоди довкіллю.

Література

1. Хільчевський, В. К., Гребінь, В. В. *Деякі аспекти щодо стану територій районів річкових басейнів та моніторингу вод під час вторгнення Росії в Україну*. Київ, 2022. Гідрологія, гідрохімія і гідроekологія, 3(65), 2022. С. 6–14. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.3.1>.
2. Гарасим, А., Кельм, Н. *Підриєв греблі річки Ірпінь. Як росіяні зупинила вода*, 2022. URL: <https://texty.org.ua/articles/106945/pidryv-hrebli-richky-irpin-yak-rosiyan-zupynyla-voda/>
3. Mundy, V. *Ukraine's 'hero river' helped save Kyiv. But what now for its newly restored wetlands?*. *The Guardian*. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/may/11/ukraine-hero-irpin-river-helped-save-kyiv-but-what-now-for-its-newly-restored-wetlands-aoe>
4. Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A. *et al.* Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nat Sustain* 6, 578–586, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
5. Берія, В. Д., Гандзюра, В. П. *Стан угруповань літорального зоопланктону різнотипних водойм Бучанського району. Міжнародна наукова конференція за участю молодих науковців "Регіональні проблеми охорони довкілля та збалансованого природокористування"*. Одеський державний екологічний університет, 2022. С. 24–26.
6. Василюк О., Симонов С. *План відновлення України у дзеркалі розливу річки Ірпінь. Журнал про екологічні наслідки війни. Ukraine War Environmental Consequences Work Group*, 5, 2022. С. 3–20.
7. Національна академія наук України. *Науковці Академії спрогнозували характер підтоплення території Київської області, спричиненого російським вторгненням*. Київ, 2022. URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/news/Pages/View.aspx?MessageID=9011>
8. Трохимець, В. М., & Алексієнко, В. Р. *Методичні рекомендації до практикуму з курсу "Гідробіологія"*. Київ, 2010. С. 5–19. Київський університет.
9. Hensen, V. *Methodik der untersuchungen*. In *Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung*. Lipsius and Tischer. Kiel, 1895.