

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Жорової Анни Вікторівни

“Просторово-часова динаміка фітоепіфітону лотичних і лентичних екосистем”,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 09

«Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія»

Актуальність дисертаційної роботи. В умовах впливу природних та антропогенних чинників відбувається істотні зміни структури та кількісних характеристик водоростей різних екологічних груп. Оскільки фітоепіфітон, як компонент контурних автотрофних (альго-) угруповань, що існують на розділі фаз «вода – твердий субстрат» відрізняється високою чутливістю до впливу екологічних чинників, відіграє важливу роль у біорізноманітті і функціонуванні водних екосистем і використовується у світовій практиці для оцінки якості води та стану водних екосистем, тому вивчення його видового складу та кількісних характеристик є актуальним завданням сьогодні. Практичне значення одержаних результатів Жорової Анни Вікторівни полягає у тому, що результати досліджень фітоепіфітону можуть бути використані для удосконалення моніторингу поверхневих вод, вирішення низки еколого-водогосподарських завдань, встановлення екологічних нормативів та при підготовці матеріалів для розробки наукових основ збереження, охорони та відтворення природних комплексів і водних екосистем. Зважаючи на викладене, подане до захисту дисертаційне дослідження вирізняється високою актуальністю та відповідає сучасним напрямкам розвитку гідро екології та альгології.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертаційна робота Жорової А.В. виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт Інституту гідробіології НАН України в межах відомчої теми відділу санітарної гідробіології та гідропаразитології «Метаугруповання різнотипних водних об'єктів: особливості взаємодій вільноживучих та симбіотичних складових локальних угруповань гідробіонтів планктону та бентосу» (2021–2025 рр.) – № 0121U107947, «Біотичні взаємозв'язки як ключовий чинник формування структури

метагруповань вільноживучих та симбіотичних гідробіонтів» (2026–2030 рр.) – № 0126U001007.

Метою роботи, як зазначено автором, є встановити особливості просторово-часової динаміки фітоепіфітону лотичних і лентичних екосистем у залежності від впливу провідних екологічних чинників (на прикладі різних ділянок р. Рось та верхньої частини Канівського водосховища).

Наукова новизна одержаних результатів є цілком обґрунтованою. Вона полягає насамперед у проведенні порівняльному аналізу фітоепіфітону р. Рось (включаючи природні і зарегульовані ділянки) та верхній ділянки Канівського водосховища і встановленню достовірних відмінностей у співвідношення відділів у флористичному різноманітті, чисельність фітоепіфітону та домінуючого комплексу. Найбільш вагомими результатами, отриманими в дисертаційному дослідженні, є наступне:

- проведено порівняльний аналіз розподілу різних екологічних гільдій фітоепіфітону (лотичних, «перехідних» і лентичних ділянок) і встановлено тенденцію до зменшення біомаси прикріплених високопрофільних і низькопрофільних видів від незарегульованих річок до заболочених непроточних ділянок;
- проведено порівняльний аналіз просторової динаміки фітоепіфітону на ділянках р. Рось і Канівського водосховища, які мають різний ступінь ізольованості та розташовані на різній географічній відстані;
- показано, що закономірність «зниження подібності видового складу з відстанню» для фітоепіфітону проявляється як у масштабі сотень метрів, так і в масштабі десятків кілометрів;
- встановлено, що вплив ступеню ізольованості ділянок на подібність видового складу фітоепіфітону спостерігається у річці Рось з допливами і не проявляється у водосховищі, де завдяки коливанням рівня води всі досліджувані ділянки мають постійне або тимчасове сполучення.
- проведено оцінку впливу різних екологічних чинників на якісні і кількісні показники фітоепіфітону і отримано низку достовірних рівнянь регресії;

- доведено, що найбільш значимими факторними змінними для розвитку фітоепіфітону виявились гідрологічний режим, вміст нітратного, амонійного азоту, фосфору, рН та проективне покриття рослин-субстратів, також проаналізовано міжвидові зв'язки в угрупованні фітоепіфітону;
- проведене комплексне дослідження фітоепіфітону р. Рось та з'ясовано особливості прояву кількісного розвитку та структури зоофітосу на фітоепіфітон.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом достатньою мірою обґрунтовані тема, мета та завдання роботи. Для розв'язання цих завдань автор освоїв необхідні методи досліджень, провела відбір та камеральне опрацювання проб фітоепіфітону, виконала статистичне опрацювання та узагальнила отриманий матеріал, сформулювала основні положення роботи та висновки. Самостійно або в співавторстві підготувала до друку наукові праці, у яких викладено основний матеріал дисертації.

Права співавторів публікацій при написанні дисертації не порушені.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження є беззаперечним і не викликає сумнівів. Сформований репрезентативний масив даних щодо структурних характеристик фітоепіфітону р. Рось та її допливів і верхній ділянки Канівського водосховища становить важливу інформаційно-аналітичну основу для формування баз даних біорізноманіття водних екосистем. Систематизовані результати дослідження щодо різноманіття фітоепіфітону та якості води можуть бути використані для розробки наукових основ збереження, охорони та відтворення унікальних природних комплексів і водних екосистем.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень. Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації є належним чином обґрунтованими й достовірними. Це підтверджується значним обсягом опрацьованого фактичного матеріалу, його глибоким аналізом, застосуванням сучасних методів та статистичних досліджень. Ґрунтовно висвітлена література із досліджуваної тематики.

Ступень висвітлення результатів дослідження в наукових публікаціях. За матеріалами дисертації опубліковано 7 статей, із них 3 у фахових виданнях (у тому

числі 2 статті у міжнародному виданні, індексованому в базі даних Scopus), та 4 матеріали конференцій і тези доповідей.

Дотримання академічної доброчесності. Дисертаційна робота виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Використані в роботі положення, ідеї та інших авторів супроводжуються належними посиланнями на відповідні джерела. Ознак академічного плагіату, фальсифікації чи інших порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі не виявлено.

Аналіз структури дисертації та змісту дисертації. Робота складається із анотації, переліку умовних скорочень, вступу, огляду фахової літератури, матеріалів та методів досліджень, 5 розділів власних досліджень, висновків, списку використаних фахової літератури, якій налічує 124 посилань, з яких 92 – іншомовних та додатку, якій налічує додаток А (список таксономічного різноманіття фітоепіфітону лотичних і лентичних ділянок Канівського водосховища та р. Рось), Б (акт впровадження матеріалів дисертаційної роботи) та В (список публікацій здобувача). Обсяг основного тексту дисертації складає 172 сторінки, загальний обсяг роботи – 251 сторінка. Робота ілюстрована 47 рисунками і 57 таблицями.

У анотації висвітлено інформацію про основний зміст дисертаційної роботи. Вона не містить положень чи ідей, що не наведені в основному тексті.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, описано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено інформацію про публікації, у яких відображено основні результати дисертаційної роботи, а також відомості щодо апробації її основних положень на науково-практичних конференціях та з'їздах.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану досліджуваної проблеми та огляду наукової літератури.

У другому розділі наведено гідрологічну характеристику досліджуваних екосистем. Детально висвітлено методика статистичного аналізу (кореляційний, кластерний та регресійний аналізи, встановлення достовірності різниці середніх величин). Наведено характеристика абіотичних умов на станціях спостереження та

карта-схема досліджуваних ділянок р. Рось та її допливів і Канівського водосховища.

Статистичне опрацювання натурних даних виконували за допомогою застосунку Past 4.03, Statistica 6.0. Достовірність відмінності середніх величин визначали за допомогою критерію Стюдента.

При проведенні дослідження не було порушено біоетичні норми.

У *третьому розділі* наведено результати досліджень якісних і кількісних характеристик та структури домінуючого комплексу фітоепіфітону досліджуваних екосистем. З'ясовано, що фітоепіфітон досліджуваної ділянки р. Рось та її допливів характеризується високим таксономічним різноманіттям та неоднорідністю просторового розподілу, який, зокрема, визначається гідрологічними умовами та ступенем антропогенного впливу. Упродовж вегетаційного сезону фітоепіфітон цієї екосистеми характеризувався високим кількісним різноманіттям та широкою амплітудою коливань чисельності і біомаси (у межах декількох порядків). Основу чисельності та біомаси формували Bacillariophyta, в середині літа та восени – переважно Cyanobacteria та Chlorophyta. На початку літа структура угруповання змінювалась від олігодомінантної до полі домінантної. Водночас, показано, що фітоепіфітон верхньої частини Канівського водосховища характеризується високим таксономічним різноманіттям, а його просторово-часова динаміка значною мірою визначається специфічними умовами водосховища з коливанням рівня, а також неоднорідним кисневим режимом на різних ділянках, і біотичними чинниками (проективним покриттям вищих водних рослин, інтенсивністю «цвітіння» води). З'ясовано, що структуру кількісного різноманіття Канівського водосховища в період досліджень переважно визначали Bacillariophyta, водночас в середині літа також спостерігалась висока частка Cyanobacteria. Особливістю фітоепіфітону Канівського водосховища, порівняно з р. Рось та її допливами, є значно нижче таксономічне різноманіття відділу Chlorophyta.

Виявлено лотичні, «перехідні» і лентичні ділянки досліджуваних екосистем з різним характером часової динаміки. Показано, що у р. Рось та її допливах вплив просторових чинників на видову подібність угруповань фітоепіфітону залежить від

гідрологічної сполученості між ділянками, а у прируслової ділянці Канівського водосховища має значення лише географічна відстань. З'ясовано тенденцію до зниження кількісного розвитку фітоепіфітону від лотичних до «перехідних», і від «перехідних» до лентичних ділянок. Ця тенденція спостерігалась як у р. Рось та її допливах, так і в Канівському водосховищі, і проявилась у таких показниках як загальна чисельність, загальна біомаса фітоепіфітону, біомаса низькопрофільних та високопрофільних видів, а також деяких видів-домінантів (*Brebissonia lanceolata*, *Cocconeis placentula*, *Oedogonium* sp.). Це пояснюється тим, що водообмін сприяє постачанню біогенних елементів та розчинного кисню до фітоепіфітону, та обміну видами між угрупованнями. Відмічено, що для загальної кількості видів не встановлено виражених відмінностей між лотичними, лентичними і «перехідними» екосистемами, а також не виявлено різниці у співвідношенні домінуючих відділів (Cyanobacteria, Bacillariophyta, Chlorophyta) у таксономічному різноманітті.

У четвертому розділі автором проаналізовано залежності просторово – часової динаміки фітоепіфітону від просторових та екологічних чинників. Дисертанткою з'ясовано, що видовий склад фітоепіфітону має особливості як на рівні окремих ділянок, так і на рівні екосистем (р. Рось та Канівське водосховище). Встановлено, що вплив просторових чинників на фітоепіфітон залежить від характеру гідрологічної сполученості між ділянками (постійна або тимчасова). Доведено, що у р. Рось та її допливах на подібність угруповань впливає як географічна відстань, так і ступінь ізольованості ділянок, тоді як у Канівському водосховищі, де за високого рівня води може спостерігатись тимчасове гідрологічне сполучення між ділянками, достовірний вплив ступеню ізольованості відсутній, і має значення лише географічна відстань.

На основі отриманих натурних даних дисертанткою показано, що досліджувані водні екосистеми суттєво відрізняються за гідрохімічним режимом (р. Рось характеризується достовірно вищим вмістом неорганічного азоту і фосфору, вищими величинами рН і водночас дещо нижчим співвідношенням N:P). Між гідрохімічними показниками води і характеристиками фітоепіфітону встановлено ряд достовірних кореляційних зв'язків. Найбільшу кількість прямих кореляційних

зв'язків виявлено між вмістом неорганічних сполук азоту та показниками розвитку Bacillariophyta, зокрема екологічної гільдії низькопрофільних водоростей та деяких домінуючих видів. За включення дисертантом до кореляційного аналізу всього масиву даних (як по р. Рось, так і по Канівському водосховищу) встановлена пряма кореляція між сумарним вмістом неорганічних сполук азоту та часткою Chlorophyta у фітоепіфітоні. Це пояснює достовірно більшу частку Chlorophyta у фітоепіфітоні р.Рось та її допливів.

Дисертанткою оцінено комплексний вплив різних екологічних чинників на якісні і кількісні показники фітоепіфітону. Доведено, що найбільш значимими факторними змінними для розвитку фітоепіфітону в порядку зниження значимості виявились: вміст $P_{\text{неорг.}}$, рН, вміст NH_4^+ , NO_3^- , гідрологічний режим та проективне покриття рослин-субстратів. Особливістю комплексного впливу просторових та екологічних чинників на подібність видового складу фітоепіфітону було те, що для р. Рось та її допливів сукупний вплив цих чинників визначає 48%, а для Канівському водосховищі – 60%.

У *п'ятому розділі* представлено результати вивчення біотичних взаємодій фітоепіфітону. Авторка проаналізувала міжвидові зв'язки в угрупованні фітоепіфітону. Для обох екосистем було встановлено низку достовірних позитивних кореляцій між величинами біомаси видів-домінантів фітоепіфітону та різних екологічних гільдій в просторі і часі, та відсутність обернених кореляцій, що вказує на переважання процесів співіснування видів в угрупованнях і відсутність вираженої конкуренції за біогенні елементи в евтрофних умовах. Відмічено, що в умовах конкуренції за сонячну радіацію найбільш ефективно її використання досягається за рахунок ярусності угруповання. У сезонному аспекті в більшості випадків спостерігалось як зменшення кількості так і загальної кількості видів від весни до осені. Водночас, на більшості станцій спостерігалась тенденція до зворотної залежності між біомасою фітоепіфітону та біомасою альгодетритофагів, найбільше виражена в «ізольованій» водоймі та на прирусловій ділянці.

Для розв'язання міжвидових зв'язків в угрупованні фітоепіфітону авторкою проаналізовано співвідношення і залежність між кількісними показниками

водоростей і безхребетних, зв'язок між структурою зоофітосу та фітоепіфітону, залежність між біомасою домінуючих видів водоростей і біомасою альгодетритофагів на ділянках з домінуванням гамарид і з домінуванням легеневих молюсків. Встановлено, що за низької біомаси альгодетритофагів спостерігається пряма кореляція між біомасою водоростей і безхребетних, оскільки їхній кількісний розвиток переважно залежить від спільних абіотичних чинників, а за високої біомаси альгодетритофагів на розвиток водоростей впливає ще й біотичний чинник – виїдання безхребетними. На лентично-лотичних ділянках, що добре промиваються, з домінуванням гамарид, біомаса фітоепіфітону була вищою, ніж на лентичних ділянках з домінуванням легеневих молюсків, що пояснюється комплексним впливом абіотичних чинників (характер водообміну) та біотичних чинників (ефективність виїдання водоростей). Серед видів-домінантів фітоепіфітону найбільш виражена різниця у величинах біомаси встановлена для міцно прикріпленої діатомеї *Cocconeis placentula*, яка вочевидь не доступна для споживання гамаридами, проте може ефективно споживатись молюсками. Це підтверджується оберненим зв'язком між біомасою *C. placentula* та біомасою альгодетритофагів на ділянках з домінуванням легеневих молюсків.

У шостому розділі дисертанткою наведена оцінка якості води та стану досліджуваних водних екосистем за фітоепіфітоном. Авторкою встановлено, що якість води р. Рось та її допливів і Канівського водосховища відповідають β -мезосапробній зоні, проте у р. Рось із допливами частка χ -о-сапробів є меншою, а β і α -сапробів – більшою, ніж у Канівському водосховищі, що свідчить про вищий вміст органічних речовин. Крім того, аналіз середніх величин індексів якості води (Пантле-Букк у модифікації Сладечека, діатомовий індекс) показав, що у двох досліджуваних екосистемах достовірні відмінності на рівні екосистем спостерігаються лише для індексу кисневого режиму. Отримані дані щодо індексу кисневого режиму вказують на те, що в Канівському водосховищі реєструвався дефіцит кисню на лентичних ділянках (заболочена зона на вході до затоки, «ізольована водойма»). Для інших індексів достовірних відмінностей середніх величин на рівні екосистем не зареєстровано, незважаючи на те, що гідрохімічний

режим р. Рось і Канівського водосховища суттєво відрізняється. На нашу думку, це пов'язано з тим, що діатомові індекси були розроблені для інших типів екосистем – природних річок і озер, і це питання потребує подальших досліджень. Застосування трофічного діатомового індексу (TDI) дозволило встановити відмінності між лотичними ділянками і водосховищами р. Рось і допливів: у водосховищах індекс TDI був достовірно вищим, що свідчить про підвищення рівня трофності у водосховищах, тоді як у Канівському водосховищі достовірних відмінностей між перехідними і лентичними ділянками не зареєстровано. Проте виявлено достовірні відмінності між «ізолюованою» водоймою та рештою досліджуваних ділянок. Крім того, для деяких індексів встановлені відмінності у максимальних показника. Так, у р. Рось та її допливах зареєстровані значно вищі максимальні показники індексу сапробності Пантле-Букк у модифікації Сладечека і значно ширші межі його коливань, ніж у Канівському водосховищі. Аналогічна закономірність встановлена для діатомового індексу рН.

Сьомий розділ присвячений оцінці фітоепіфітону на рівні екосистем. Авторкою доведено, що для загальної кількості видів достовірних відмінностей не встановлено, тоді як для співвідношенні домінуючих відділів – встановлено. Характерною ознакою середньої ділянки р. Рось є висока частка відділу Chlorophyta, що може бути пов'язано з високим вмістом неорганічного азоту. Натомість загальна чисельність фітоепіфітону р. Рось та її допливів була достовірно вищою, ніж у Канівському водосховищі, а для загальної біомаси фітоепіфітону, достовірних відмінностей між р. Рось та Канівським водосховищем не встановлено, що може бути зумовлено тим, що в р. Рось значну частку чисельності формують дрібноклітинні ниткуваті ціанобактерії які не дають значної біомаси.

Доведено, що однією характерною відмінністю між р. Рось із допливами та Канівським водосховищем є структура домінуючого комплексу. Так, для р. Рось з допливами характерні переважно полідомінантні угруповання, а для Канівського водосховища – як полідомінантні, так і олігодомінантні. Встановлені також достовірні відмінності для планктонних та азотфіксуючих форм – їхній кількісний розвиток був вищим у р. Рось з допливами, ніж у Канівському водосховищі. Крім

того, ще одна відмінність полягає в тому, що в р. Рось із допливами на подібність угруповань фітоепіфітону достовірно впливає як географічна відстань, так і ступінь ізольованості ділянок. Водночас, у водосховищі Дніпра, де за високого рівня води може виникати тимчасове гідрологічне сполучення між ділянками, достовірний вплив ступеню ізольованості відсутній, і має значення лише географічна відстань. Крім того, встановлені відмінності в сапробіологічній характеристиці якості води. Показано, що обидві екосистеми відповідають β -мезосапробній зоні, проте у р. Рось із допливами частка χ -о-сапробів є меншою, а β і α -сапробів – більшою, ніж у Канівському водосховищі, що свідчить про вищий вміст органічних речовин.

У 10 висновках дисертаційної роботи належним чином узагальнено результати дослідження відповідно до поставленої мети та визначених завдань. Вони повною мірою відображають основні наукові положення, одержані в ході виконання роботи, та підкреслюють їхнє вагоме значення для подальшого розвитку досліджень у галузі гідробіології та альгології.

У процесі ознайомлення з рукописом дисертаційної роботи виникли окреми зауваження та запитання.

1. На мій погляд, доцільно було б вказати до яких відділів належать провідні родини (табл. 3.2 і 3.17) та провідні роди (табл. 3.3 і 3.18).

2. У табл. 3.2–3.15 доцільно було б вказати назву ВВР з яких відбирали зразки епіфітону для кожної станції на р. Рось її допливів як було зроблено для станції відбору на верхній частина Канівського водосховища (4.1–4.8 та 4.11–4.15).

Разом з тим у дисертаційній роботі трапляються технічні помилки:

- в окремих випадках у посилання на джерело відсутній рік, наприклад, для № 9.
- посилання на джерело використовуваної літературі потрібно давати у порядку збільшення їх номера (стор. 20, 28, 36, 47).
- у дисертаційної роботи відсутній посилання на джерело № 9, 65, 66, 76 та 120, тоді як у списку літератури вони є.
- на стор. 169 та 177–178 таблиці йдуть під однаковим номером – 4.13, на стор. 172 дві таблиці йдуть під номером – 4.14. Тому бажано привести до належного вигляду номера на таблицях і посиланнях на них у тексті.

Проте висловлені зауваження та запитання не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальний висновок та оцінка дисертації. Дисертаційна робота Жорової Анни Вікторівни на тему “Просторово-часова динаміка фітоепіфітону лотичних і лентичних екосистем” є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому на належному науково-методичному рівні розв’язано актуальне наукове завдання, що має важливе значення для сучасної альгології та гідробіології. Отримані результати характеризуються науковою новизною, теоретичною і практичною значущістю, а сформульовані наукові положення й висновки є обґрунтованими та логічно впливають із результатів проведених досліджень. Сукупність отриманих результатів свідчить про самостійність дослідницької роботи здобувачки та належний рівень її наукової кваліфікації. На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 (із змінами) та «Вимогам до оформлення дисертацій», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017 (із змінами). а її авторка Жорова Анна Вікторівна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 09 – Біологія за спеціальністю 091 – Біологія.

Рецензент:

науковий співробітник відділу
екології водяних рослин та токсикології
Інституту гідробіології НАН України,
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник



Вікторія МЕДВЕДЬ