

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Бабка Романа Вікторовича

**«УГРУПОВАННЯ ВІЛЬНОЖИВУЧИХ ВІЙЧАСТИХ НАЙПРОСТІШИХ
(CHROMISTA, CILIOPHORA) КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ВОДОЙМ»,**

яка подана до спеціалізованої вченої ради Д.26.213.01. при

Інституті гідробіології НАН України на здобуття наукового ступеня

доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 - гідробіологія

Дисертаційна робота присвячена з'ясуванню організації угруповань вільноживучих війчастих найпростіших (Chromista, Ciliophora) континентальних водойм. Наразі в гідробіології відсутня єдина точка зору на природу угруповань, принципи їх функціонування і критерії виокремлення. Більшість науковців використовує суто суб'єктивний критерій виокремлення угруповань, виходячи з доцільності та мети досліджень. Щодо найпростіших, питання, пов'язані з організацією, методологією виділення та ідентифікацією угруповань ускладнюються через надзвичайно швидкі темпи їх розмноження, динамічні зміни видового складу і поширення у різних типах оселищ. Провідні протозоологи визнають беззаперечність того факту, що найпростіші різних екологічних груп систематично реєструються в межах непригамних їм біотопів, створюючи тим самим враження континуальності їх поширення.

Відсутність чітких критеріїв і наявність суперечливих інтерпретацій інформації спонукала дослідників прийняти точку зору, згідно з якою угруповання виокремлюються на підставі визначених меж біотопів, які у свою чергу визначаються у залежності від мети дослідження. Іншим поширеним підходом до вивчення угруповань є їх ототожнення з систематичними групами. Поширеним є традиційне виокремлення угруповань за зонами життя – планктон, бентос, перифітон. Тому наразі досить важливо для подальшого розвитку теорії

функціонування водних біоценозів з'ясувати особливості організації цієї групи найпростіших та її роль у гідробіоценозах.

Наукова новизна положень, які виносяться на захист.

Новизна наукових положень і результатів, отриманих особисто здобувачем і представлених на захист, не викликає сумнівів. Проведена детальна ревізія таксономічного складу вільноживучих війчастих найпростіших прісних водойм, що вивчались на території України понад 100 років. За результатами ревізії за сучасною системою (Linn, 2008) список вільноживучих війчастих найпростіших становить 1192 види. В ході досліджень вперше для фауни України було встановлено представників 71 виду, які належить до 56 родів, 44 родин і 9 класів. Базуючись на концепції «біотопічного парадоксу найпростіших», автором впроваджено уніфіковану одиницю розрахунку щільності популяцій найпростіших бентосу, перифітону і планктону, що вперше дозволило коректно порівняти і зіставити кількісні показники з різних біотопів. Єдина одиниця виміру щільності вперше дозволила зіставити інтенсивність процесів, які проходять в умовах різних біотопів і показати їх внесок у внутрішньоводоймні процеси.

Здобувачем запроваджена методика виокремлення ценотичних груп вільноживучих війчастих найпростіших різного рівня інтеграції – угруповань та ценоекоморф. Вперше показано, що у водоймі може співіснувати два угруповання, які функціонують на принципово різних біохімічних платформах і просторово розмежовані оксиклином. Доведено, що ценотичні групи найпростіших формуються, розподіляючись у просторі згідно з градієнтами провідних чинників, і не детерміновані фізичними межами біотопів.

Для 154 видів вільноживучих війчастих найпростіших встановлено індивідуальні оптимуми і межі толерантності в кисневому і температурному градієнтах. Показано, що континуальність є результатом існуючих діапазонів

толерантності видів в градієнті кисню. На основі ценотичних структур запропоновано метод ценоіндикації, який дає можливість здійснювати оцінку стану водойм на основі визначення типу і кількості присутніх ценоекоморф у гідроекосистемі.

Практичне значення результатів, підтверджується їх використанням у науково-практичних програмах, зокрема, паспортизації різнотипних водних об'єктів, оцінки їх екологічного стану та для розробки стратегії відновлення, зокрема, на території Сумської області. Матеріали щодо структурної організації і функціональної активності найпростіших та їх ролі у процесах очищення стічних вод увійшли до підручника «Біоіндикаційний контроль процесу очищення стоків» (Люблін) і монографічної роботи «Активний мул» (Краків).

Апробація роботи. Основні результати досліджень були представлені на понад 40 міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, з'їздах і семінарах, що свідчить про достатній рівень апробації роботи.

Ступінь обґрунтованості, вірогідності отриманих результатів і висновків. Викладені результати досліджень і теоретичні засади у дисертації підтверджено значним об'ємом опрацьованих даних, широким застосуванням порівняльного та ретроспективного аналізів, використанням сучасних статистичних методів аналізу даних. Об'єм і зміст роботи підтверджують значний досвід роботи автора і як зоолога, і як гідробіолога.

Зібраний матеріал проаналізовано на високому науковому рівні сучасної зоологічної номенклатури, застосовано сучасні методи ідентифікації зоологічного матеріалу. Автор застосовує широкий арсенал гідробіологічних досліджень, можливості контролю і фіксації хімічних чинників, методів відбору проб і їх обробки. Значний фактичний матеріал було проаналізовано і узагальнено з використанням сучасних статистичних методів. Отримані

висновки достатньо повно відображають головні результати, отримані в ході досліджень.

Матеріали дисертації викладені у 82 опублікованих наукових працях, у тому числі в одній колективній монографії та 28 – статтях у наукових фахових виданнях, з яких 20 – у закордонних виданнях, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus.

Наукова цінність дисертації.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в аналізі і узагальненні сучасних положень теорії і практики виділення угруповань та дефініції цього поняття. Дисертантом розроблено методи виокремлення ценотичних структур на рівні найпростіших, що дозволило досягти поставлену мету. Доведено існування фізіономічно впізнаваних ценотичних об'єднань найпростіших – угруповання і ценоекоморфа та їх просторове детермінування градієнтами скалярних полів, а не фізичними межами біотопів. Вагомим внеском до розуміння внутрішньоводоймних процесів та прогнозування подальших змін є уніфікована одиниця розрахунку кількісних та функціональних показників для угруповань бентосу, перифітону і планктону. Розроблено оригінальну методіку ценоіндикації для оцінки стану водних об'єктів.

Відповідність дисертаційної роботи вимогам (структура та обсяг).

Дисертація складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Загальний обсяг роботи становить 471 сторінку машинописного тексту, обсяг основного тексту дисертації – 271 сторінка друкованого тексту. Робота добре проілюстрована 141 рисунком, містить 10 таблиць. Список використаних джерел налічує 458 посилань, з яких кирилицею – 268, латиницею – 190. Два додатки викладено на 140 сторінках.

Дисертація написана українською мовою, стиль витримано згідно вимог до наукової літератури. Робота є змістовною, а матеріал викладено у чіткій логічній послідовності.

Автор підтверджує свої результати і положення ілюстративним матеріалом – таблицями, графіками, діаграми, дендрограмами, плотами ординації, схемами, рисунками та фотографіями.

Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації. Автореферат достатньою мірою висвітлює основні наукові і практичні положення дисертаційної роботи.

Вступ написано відповідно до вимог ДАК МОН України. У ньому розгорнуто викладена актуальність теми дисертації, сформульовано об'єкт і предмет дослідження, мета і завдання; вказаний зв'язок з науковими програмами, планами та темами; розкриті наукова новизна та практичне значення одержаних результатів; відображені дані про апробацію результатів досліджень, публікації і структуру дисертації, а також особистий внесок здобувача. Визначено об'єкт і предмет досліджень.

Розділ 1. Висвітлені проблеми і суперечності, які існують в уявленнях щодо складу та структури угруповань найпростіших. Проаналізовано існуючі концепції і критерії виокремлення угруповань. Наведено визначення основних понять, які використано в роботі. При написанні цього розділу автором було проаналізовано значний обсяг наукових джерел, який нараховує 458 найменувань.

Розділ 2. Наведено характеристику основних річкових басейнів у межах України, дано опис типів досліджених водойм. Для водойм, на яких були проведені стаціонарні дослідження, подана інформація щодо їх морфометричних

і гідрологічних характеристик, температурного і кисневого режиму. Інформація проілюстрована мапами, на яких позначено об'єкти і станції досліджень. Докладно охарактеризовано методи досліджень, зокрема проаналізовані методи відбору і камеральної обробки проб. Значна увага приділена кількісному опрацюванню проб. Описано методи, застосовані для оцінки фізичних і хімічних параметрів водного середовища і методи ідентифікації видів в'їчастих найпростіших. Обґрунтовано необхідність застосування уніфікованої одиниці щільності популяцій в'їчастих найпростіших для різних біотопів. Наведено перелік програмних продуктів, застосованих для статистичної обробки даних. Докладно обґрунтовано застосування обраних статистичних методів.

Розділ 3. Ретельно проаналізовано вивченість вільноживучих в'їчастих найпростіших у основних річкових басейнах України. Загальний список видів в'їчастих найпростіших є результатом їх ревізії та впорядкування у відповідності до сучасної системи Лінна (2008). Загальний список з 1192 видів подано в додатку. Таблиця 4.2 містить 71 вид нових для України вільноживучих в'їчастих найпростіших, виявлених автором. Для кожного басейну проаналізовано таксономічний склад в'їчастих найпростіших. Визначено подібність фауни інфузорій основних басейнів та між водоймами різного типу. Встановлено певну індивідуальність кожного басейну за складом фауни.

Розділ 4. Охарактеризовані умови середовища існування найпростіших в основних біотопах – бенталі, пелагіалі, перифіталі. Автор акцентує увагу на тому, що в межах цих біотопів існують складні факторні градієнти, що визначають поширення найпростіших. На прикладі модельного озера, на якому проводилися багаторічні дослідження, показано особливості і специфіку градієнтного розподілу температури і кисню в пелагіалі, бенталі і перифіталі. Описано методику виокремлення угруповань, їх просторовий розподіл у градієнті кисню і

визначення преференцій для окремих видів у різних діапазонах кисню. На основі аналізу головних компонент у межах досліджуваних водойм виокремлено локації з динамічно стабільними концентраціями кисню та ідентифіковано списки видів, преференції яких співпадають з цими локаціями. Виокремлені угруповання і ценоекоморфи.

У розділі наведено перелік видів-преферентів, які є маркерними для встановлених угруповань і ценоекоморф. Описана таксономічна, біхевіоральна і трофічна структура виділених ценотичних структур. Проаналізовано діапазони толерантності для видів з різних угруповань. Доведено, що саме розходження факторіальних ніш за вмістом кисню є основним фактором формування населення найпростіших у водоймі. Ретельно розглянуті життєві форми вільноживучих вільчастих найпростіших в контексті їх адаптивності до умов середовища. Вперше доведено залежність багатьох морфологічних ознак видів саме від їх адаптації до певних кисневих умов.

Розділ 5. Присвячений встановленню щільності, біомаси та ролів в процесах деструкції виокремлених ценотичних груп. Доведено, що традиційне угруповання – планктон існує як складно інтегрована когерентна система пелагіалі, у складі якої в градієнті кисню формується три ценоекоморфи – оксифільна, мікрооксифільна і аноксифільна, просторовий розподіл яких визначається окси- і термоклинном. Автором доведено, що в бенталі співіснує два угруповання – аеробне, представлене мікрооксифільною ценоекоморфою, і анаеробне з аноксифільною ценоекоморфою у його складі. Показано, що перифіталь, так само як і бенталь і пелагіаль, є ареною співіснування двох ценоекоморф аеробного угруповання – мікрооксифільної і евриоксифільної, динаміка яких визначається сезонами і фотосинтетичною активністю рослин.

На основі значного фактичного матеріалу показано, що щільність, біомаса і деструкція суттєво відрізняються в різних діапазонах вмісту кисню. Описано

визначення анаеробної деструкції. Показано сезонні зміни функціональної активності угруповань інфузорій різних ценоекоморф в різних інтервалах кисню. Заслужують на окрему увагу розрахунки співвідношення життєвих об'ємів, які займають різні угруповання і ценоекоморфи у водоймі та величин деструкції, яку здійснюють представники цих же об'єднань. Такі розрахунки суттєво розширюють уявлення про функціонування водної екосистеми. Проаналізовано сезонні зміни організації вільноживучих війчастих найпростіших.

Розділ 6. Проаналізовано організацію населення вільноживучих війчастих найпростіших у різних типах водоймі і у різних біотопах. Важливою складовою розділу і роботи в цілому є метод ценоіндикації стану водойм. На прикладі власних матеріалів автора показано можливості застосування методу ценоіндикації. Проаналізовано структуру населення інфузорій в пелагіалі заплавного озера. Як виявилось, екосистеми можуть бути оцінені на основі ще одного виду структурного різноманіття їх складових компонентів – ценоекоморф. В роботі показано, як зменшується різноманіття екоморф із зростанням рівня забруднення водойми. Представлено об'ємний матеріал, що стосується структури і функціонування надорганізованого об'єднання війчастих найпростіших у складі активного мулу. В роботі переконливо доведено, що активний мул не є унікальною штучною екосистемою, а лише вибіркою видів-преферентів, детермінованих штучно визначеним інтервалом кисню і системним постачанням органічних речовин. Видовий склад вільноживучих війчастих найпростіших представлений виключно видами з мікрооксифільної ценоекоморфи. Описано структурні характеристики угруповання інфузорій активного мулу та залежність їх від важливих змінних характеристик середовища очисних споруд.

Висновки відповідають поставленим завданням і в цілому адекватно відображають основні результати і внески дослідження. Водночас кількість висновків варто було скоротити, об'єднавши другий висновок з першим, сьомий з шостим, десятий з дев'ятим тощо; четвертий висновок констатує ступінь подібності видового складу інфузорій різних басейнів, проте жодного слова про причини, які це обумовлюють.

Великій обсяг інформації є у двох **додатках**. У додатку А наведено списки видів інфузорій для основних басейнів України та по типах водойм. У додатку Б подано у формі графіків діапазони толерантності для 154 видів вільноживучих війчастих найпростіших.

Робота вирізняється оригінальним підходом до аналізу та вирішення поставлених завдань, проте не позбавлена певних недоліків.

1. Виникає питання: наскільки коректно автор використовує поняття «популяція» для певних груп війчастих найпростіших?
2. Автор виокремлює угруповання війчастих найпростіших, проте недостатньо уваги приділяє їм, як компонентам біоценозів. Тому виникає питання: наскільки доцільно виокремлювати саме асамблеї війчастих найпростіших, а не інших угруповань, компонентами яких вони є в реальних гідроекосистемах?
3. Щодо термінології: автор постійно використовує поняття «структура» там, де мова йде про склад. Тому варто відзначити, що коректно говорити про видовий склад, а не структуру, бо остання – це всі взаємозв'язки між її елементами. На жаль, це зустрічається у багатьох дослідників.
4. У розділі 2, на рисунках 2.3 і 2.5 (стор.65, 68) на мапах відмічені об'єкти та станції досліджень, проте не має конкретних вказівок щодо їх назви.

5. Підрозділ 5.2. (с. 212) називається «Деструкція вільноживучих вільчастих найпростіших аеробного і анаеробного угруповань у градієнті кисню та її сезонні зміни». Такі ж вирази рясно зустрічаються і у роботі, і у авторефераті. Але ж мова йде про роль вільчастих найпростіших у процесах деструкції, а не про деструкцію самих найпростіших!
6. У розділі 4, на рис. 4.11 (стор. 162) подано схему двох угруповань. У цьому підрозділі не йшлося про життєві форми та екоморфи, тому її подання у цьому підрозділі – 4.1, на нашу думку, є передчасним.
7. У розділі 4 на стор. 151 автор використовує словосполучення: «згідно з нульовою гіпотезою», а на стор. 152 пише «згідно з робочою гіпотезою». То як автор сам приймає: чи нульова чи робоча гіпотеза? Чи цими виразами автор висловлює одну і ту ж думку?
8. Додаток Б: продемонстровано на графіках температурні градієнти видів-преферентів двох угруповань, проте в тексті автор дисертації не дав роз'яснення: яка реакція видів інфузорій на температуру водного середовища, і чому лише кілька слів присвячено цьому питанню?

Проте наведені зауваження істотно не впливають на високий науково-методичний рівень дисертаційної роботи

Оформлення і обсяг дисертації та автореферату проведено з дотриманням чинних вимог до докторських дисертацій. Зміст автореферату відповідає структурі та змісту дисертації.

Робота є вагомим внеском у подальший розвиток гідробіології, важлива для розуміння процесів формування гідробіоценозів та ролі вільноживучих війчастих найпростіших у водних екосистемах.

Загальний висновок

Враховуючи викладене вище, вважаю, що дисертаційна робота Романа Вікторовича «Угруповання вільноживучих війчастих найпростіших (Chromista, Ciliophora) континентальних водойм» є завершеною науковою працею, що за актуальністю, новизною, обсягом представлених результатів досліджень та теоретичним і практичним значенням цілком відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. зі змінами, внесеними згідно з Постановами № 656 від 19.08.2015, №1159 від 30.12.2015, №567 від 27.07.2016), а здобувач – Бабко Роман Вікторович заслуговує присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – Гідробіологія

Офіційний опонент:

**професор кафедри екології та зоології
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,**

доктор біологічних наук, професор

В.П. Гандзюра

