

ВІДЗИВ

офіційного опонента д.б.н., с.н.с. Потрохова О.С. на дисертаційну роботу Музики Лідії Володимирівни «Вміст та роль речовин ліпідної природи в адаптації прісноводних молюсків до екологічних чинників різної природи», подану на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.17 – гідробіологія.

В роботі поставлені важливі питання по сучасним проблемам, а саме визначенню процесів адаптації гідробіонтів до дії абіотичних, біотичних та антропогенних чинників, на прикладі молюсків.

Актуальність теми полягає в тому, що авторка змогла оцінити динаміку вмісту каротиноїдних пігментів, ліпідів різних класів та жирних кислот в організмі прісноводних молюсків. Також Музика Л.В. встановила, що досліджені показники мають видову специфічність, варіюють залежно від фізіологічного, морфо-функціонального стану тварин та особливостей дихальної та репродуктивної систем. За використаними авторкою показниками з'ясовано, що зміни вмісту цих речовин в тканинах та органах молюсків носять адаптивний характер до дії трематодної інвазії та різноманітних токсикантів.

Дисертанткою порівняно межі навантаження, які дозволяють підтримати дослідженим молюскам гомеостаз. Авторкою доведено доцільність проведення досліджень біохімічного стану молюсків у природних водоймах задля їх біомоніторингу.

Метою роботи, як зазначено дисертанткою, було встановлення основних закономірностей зміни вмісту каротиноїдних пігментів, ліпідів різних класів та жирних кислот в тканинах та органах прісноводних молюсків за дії трематодної інвазії та полютантів різної природи (локальної, протоплазматичної та комбінованої дії).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що авторкою уперше досліджено накопичення і розподіл β -каротину та ксантофілів в тканинах декількох видів прісноводних молюсків, які відрізняються спектром живлення, анатомічною будовою, проходженням фізіологічних

процесів та екологічною нішою. Отримані нові дані, що вміст β -каротину та ксантофілів в тканинах у молюсків, які дихають зябрами, нижчий, ніж у видів з легенеvim диханням. Авторкою з'ясовані особливості накопичення каротиноїдних пігментів в організмі *Unio pictorum* та *Anodonta cygnea* та його залежність від їх фізіологічного стану, показані міжвидові, статеві та тканинні відмінності у вмісті цих речовин. Дисертанткою доведений вплив трематодної інвазії та деяких токсикантів, зокрема важких металів, фенолу, йонів амонію та сечовини, на вміст каротиноїдних пігментів в тканинах ставковика звичайного. Музика Л.В. вперше встановила фракційний склад ліпідів та жирнокислотний профіль тканин та органів *Lymnaea stagnalis* та *Unio pictorum* у нормі, за дії трематодної інвазії та в залежності від фізіологічного стану організму цих тварин.

Практичне значення отриманих результатів. Результати роботи можуть бути використані для гідробіологічного моніторингу водойм та задля прогнозування стійкості екосистем до дії екологічних чинників. Отримані результати надають можливість оцінити екологічні умови окремих гідроекосистем та можуть бути використані при розробці методів біоіндикації.

Теоретичні положення та практичні результати роботи також можуть бути використані для підготовки фахівців біологічного, екологічного профілів у закладах вищої освіти та при викладанні дисциплін біологічного циклу «Біомоніторинг природних вод», «Екологічна біохімія», «Гідробіологія».

Дисертаційна робота Музики Л.В. викладена на 219 сторінках комп'ютерного набору і складається зі вступу, огляду фахової літератури (1 розділ), матеріалів і методів досліджень (2 розділ), 4 розділів власних досліджень, розділу з обговорення отриманих результатів, висновків, списку використаної літератури. Вона ілюстрована 55 рисунками, 5 таблицями, налічує 270 літературних джерел, включно 149 латиною.

В огляді вітчизняної та зарубіжної фахової літератури (*розділ 1*) дисертантка критично висвітлює наявну у фаховій літературі інформацію, що торкається теми дисертаційної роботи та акцентує увагу на невияснених питаннях. В цьому розділі систематизовані літературні дані щодо кількісного вмісту та якісного складу каротиноїдних пігментів, ліпідів різних класів та жирних кислот в організмі прісноводних молюсків. Авторкою підкреслюється роль досліджених речовин в адаптації прісноводних молюсків до дії несприятливих чинників водного середовища. Проаналізовано питання щодо впливу абіотичних, біотичних та антропогенних чинників на вміст, якісний склад та розподіл каротиноїдних пігментів і ліпідів різних класів в організмі прісноводних молюсків. Особливо детально розглянуті проблеми впливу стадії репродуктивного циклу, фізіологічних, анатомічних та вікових особливостей на ліпідний склад. Доводиться, що необхідні додаткові розгорнуті дослідження за цими питаннями, оскільки наявні у сучасній науковій літературі дані фрагментарні, неоднозначні та проведені переважно в експериментальних умовах. Необхідно зазначити, що інформація, яку наведено в огляді літератури, та її критичний аналіз свідчить про широку ерудицію дисертантки з досліджуваної теми.

Літературний огляд достатньо інформативний і побудований таким чином, що з нього логічне витікають завдання досліджень.

Розділ 2 «Матеріали та методи дослідження» включає детальну характеристику об'єктів та методів досліджень. Необхідно відмітити чітко продуманий план проведення досліджень та вдалий підбір об'єктів і методик. Авторкою застосовано перевірені класичні колориметричні, хроматографічні, гідробіологічні, паразитологічні методи досліджень. Досить важливо, що запропоновано різноплановий набір проведених досліджень. Отримані результати досліджень опрацьовано статистично з застосуванням кластерного і кореляційного аналізу і їх вірогідність не викликає сумнівів.

В процесі роботи над дисертацією не були порушені норми біоетики.

Експериментальні результати, подані у *розділі 3 «Порівняльна характеристика кількісного вмісту каротиноїдів в тканинах (органах) молюсків прісноводних водойм»*, стосуються досліджень вмісту каротиноїдів в різних тканинах та органах 4х видів прісноводних молюсків. Авторкою встановлено, що у молюсків, які дихають зябрами, нижчі показники вмісту β -каротину і ксантофілів в тканинах та органах порівняно з видами, які дихають атмосферним повітрям.

Особливої уваги приділено вивченню особливості накопичення каротиноїдів та ксантофілів в організмі *Unio pictorum* залежно від фізіологічного стану тварин. За результатами досліджень авторка вважає, що ці показники у молюсках можуть бути використані у прогнозуванні стійкості екосистем до антропогенного забруднення.

Крім того дисертантка доводить, що при використанні вмісту каротиноїдних пігментів як біомаркера необхідно враховувати, що цей показник відрізняється у різних систематичних груп молюсків. Необхідно враховувати стадії життєвого циклу молюсків, оскільки вони можуть вплинути на особливості накопичення β -каротину та ксантофілів їх організмом. При цьому доцільно вивчити кількісний вміст цих сполук у молюсків на однотипових етапах репродуктивного циклу.

Розділ 4 «Каротиноїдний склад прісноводних молюсків за дії чинників біотичного та антропогенного походження». В цьому розділі за модельними експериментами авторкою розглядається вплив трематодної інвазії на вміст каротиноїдних пігментів та ксантофілів у тканинах молюсків. Музика Л.В. припускає, що трематодна інвазія є додатковим стрес-чинником, що призводить до підвищення рівня метаболізму, швидшого вичерпання пластичних і енергетичних ресурсів, та ємності гомеостатичних систем молюсків.

Крім того проведені експерименти щодо впливу підвищених концентрацій важких металів, фенолу, амонію хлориду та сечовини на вміст каротиноїдів та ксантофілів у тканинах молюсків. За проведеними

експериментами встановлений достатньо значний рівень адаптації молюсків до дії важких металів, у них розвиваються компенсаторні реакції. Вміст каротиноїдів в тканинах залежить від часу експозиції, спрямованості токсичної дії важких металів та має тканинно-органну специфічність.

Відмічене, що забруднення води фенолом призводить до змін вмісту β -каротину та ксантофілів в тканинах і органах молюсків, які мають неспецифічний адаптивний характер. Амоній хлорид за короткострокової експозиції викликає зростання вмісту β -каротину та ксантофілів в тканинах молюсків. Проте зі збільшення терміну експозиції відбувається зниження їх вмісту, що також спрямовано на пристосування організму до токсичної дії.

Динаміка змін каротиноїдних пігментів за впливу сечовини подібна до дії інших токсикантів, залежать від її концентрації, тривалості впливу на організм та характеризується тканинно-органною специфікою.

Особливо важливим є те, що авторкою доводиться, що зміни кількісних показників каротиноїдного вмісту в тканинах молюсків свідчать про розвиток компенсаторних механізмів адаптації до дії токсикантів. За результатами досліджень Музика Л.В. Т.В. стверджує, що вміст каротиноїдів в тканинах *Lymnaea stagnalis* має тканинну специфічність, залежить від часу експозиції, природи токсиканту, від характеру його токсичної дії.

В цілому, авторка доволі аргументовано доводить результати своїх досліджень, які добре проілюстровані.

У розділі 5 «Фракційний склад ліпідів тканин та органів прісноводних молюсків» наведено дані щодо зміни вмісту загальних ліпідів, ТАГ, ДАГ, НЕЖК та ФЛ за дії трематодної інвазії.

Авторкою доводиться, що на прикладі *L. stagnalis* трематодна інвазія модифікує структурні та енергетичні ліпідні компоненти. Ці зміни є органом-специфічними та викликані розвитком стрес-реакції на вплив інвазії. Дисертантка передбачає, що зміни фракційного складу ліпідів носить адаптаційний характер до впливу несприятливих чинників. ТАГ використовуються молюском як запасне джерело енергії для пристосування

організму, а вміст структурних ФЛ збільшується задля стабілізування структурно-функціонального стану клітинних мембран за стресових впливів. Музика Л.В. намагається доказати, що зябра двостулкового молюска *U. pictorum* є найбільш чутливим органом, який першим піддається негативному впливу оточуючого середовища. Склад ліпідних компонентів залежить від статі цього молюска.

В підсумку до розділу авторка стверджує, що розподіл структурних та енергетичних ліпідних компонентів по тканинах і органах характеризується певною специфічністю, обумовленою метаболічною активністю досліджуваних органів, функціональною роллю ліпідних класів, а також фізіологічними особливостями досліджуваного виду.

Розділ 6 «Жирнокислотний профіль організму деяких видів прісноводних молюсків». В цьому розділі розглядається жирнокислотний склад загальних ліпідів *L. stagnalis* та *U. pictorum*. Встановлено, що характерною особливістю жирнокислотного профілю обох досліджених видів є великий вміст розгалужених жирних кислот (iso- та anteiso- форми), а також наявність ЖК з цис-конфігураціями та транс-формами подвійних зв'язків.

У *L. stagnalis* виявлено 32 жирні кислоти з довжиною вуглецевих ланцюгів від C8 до C24, а у *U. pictorum* – 37 з довжиною вуглецевих ланцюгів від C14 до C23. За дії трематодної інвазії в організмі *L. stagnalis* змінюється кількісний та якісний склад ЖК, що спрямовано на нівелювання шкідливої дії паразитів та підтримання гомеостазу інвазованої тварини.

Можна відмітити, що цей розділ у меншій мірі обговорений та проаналізований порівняно з іншими розділами дисертації.

В розділі 8 «Узагальнення» авторка підводить підсумок отриманих результатів. Нажаль дисертантка не наводить узагальнюючих схем, як підсумок своєї роботи. Цей розділ не знайшов свого відображення у авторефераті, хоча його підрозділи у ньому наявні.

Висновки інформативні та віддзеркалюють зміст дисертаційної роботи.

Список використаних джерел оформлений згідно існуючих вимог.

Разом з тим до роботи можна висловити окремі зауваження та запитання:

1. На мій думку, завеликий літературний огляд (29 с.).
2. У підрозділі «3.1. Порівняльний аналіз вмісту каротиноїдів у різних тканинах та органах прісноводних молюсків», як і в інших розділах, не показана різниця по вмісту каротиноїдів в репродуктивному циклі різних видів молюсків, наявні лише згадування та висновки про те, що вона є. Дисертанткою досліджувалася лише статеві різниця по накопиченню каротиноїдів.
3. Не достатньо розглянуто питання щодо спектру живлення молюсків та накопиченням в їх органах та тканинах каротиноїдів. Відомо, що каротиноїди синтезуються лише в рослинному організмі.
4. Сумнівне пояснення дисертанткою про відсутність статистично достовірних відмінностей вмісту β -каротину у гемолімфі *Lymnaea stagnalis* між зараженими і вільними від інвазії особинами завдяки підвищенню вмісту гемоціаніну, який не досліджувався. Це непов'язані між собою процеси, тим більше, що молюсків годували листями капусти, які практично не містять β -каротину, а містять лютеїн.
5. У розділі 4 «Регуляція каротиноїдного складу організму прісноводних молюсків чинниками біотичного та антропогенного походження» необхідне порівняння даних модельних та природних умов по вмісту каротиноїдів в тканинах інвазованих та неінвазованих молюсків. Тим більше, що в експериментах досліджувалися вже інфіковані тварини, а їх експозиція становила лише 2–7 діб.
6. У підрозділі 4.4 «Сезонна динаміка вмісту каротиноїдних пігментів в організмі *Lymnaea stagnalis* в нормі та за дії трематодної інвазії» відсутній ілюстративний матеріал.

7. Не зрозуміла та нестандартна класифікація токсикантів – локальної дії (важки метали), комбінованої дії (феноли, амоній хлорид), протоплазматичної дії (сечовина).

8. В авторефераті дисертації не наведені дані з впливу фенолу, йонів амонію та сечовини на вміст каротиноїдів та ксантофілів у тканинах молюсків.

9. Застосовується поняття «дозове навантаження». Хоча досліджувався лише вплив різних концентрацій токсикантів.

10. В підрозділі «Особливості ліпідного вмісту тканин та органів *Unio pictorum* залежно від фізіологічного стану тварини» не розглядають питання фізіологічного стану, наведені дані лише у різниці ліпідного складу у самців та самок.

11. В дисертації забагато висновків (14), та вони перенавантажені.

Проте, відмічені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Результати роботи адекватно відображені в авторефераті та широко висвітлені у публікаціях авторки у фахових наукових виданнях. Основні положення роботи пройшли апробацію на різноманітних вітчизняних конференціях.

Загалом, дисертаційна робота Музики Л.В. є закінченою науковою працею. В ній наведено нові обґрунтовані результати, більшість з яких отримано вперше. Вона має суттєве теоретичне і практичне значення, викладена літературною українською мовою.

Висновок. Враховуючи викладене вище, вважаю, що дисертаційна робота Музики Лідії Володимирівни «Вміст та роль речовин ліпідної природи в адаптації прісноводних молюсків до екологічних чинників різної природи» відповідає кваліфікаційним вимогам щодо кандидатських дисертацій, викладеним у «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 за

номером 567 зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015 р. та № 1159 від 30.12.2015 р., № 567 від 27.07.2016, № 943 від 20.11.2019, а її авторка Музика Л.В. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.17 – гідробіологія.

Завідувач відділу біології відтворення риб

Інституту гідробіології НАН України,

доктор біологічних наук, с. н. с.

О. С. Потрохов