

ВІДЗИВ

офіційного опонента д.б.н.,с.н.с. Потрохова О.С. на дисертаційну роботу Лявріна Богдана Зіновійовича «Ліпідний обмін у риб малих річок Західного Поділля», подану на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.10 – іхтіологія.

В роботі поставлені важливі питання по сучасних проблемах, а саме визначенню основних біохімічних механізмів адаптації риб до антропогенного забруднення водойм та встановленню критеріїв оцінки фізіологічного стану риб і якості води, в цілому, за біохімічними показниками.

Актуальність теми полягає в тому, що автор оцінив екологічний стан досліджених водних об'єктів за концентрацією важких металів у воді та їх вмісті у донних відкладах та береговому ґрунті. Також Ляврін Б.З. дослідив закономірності у зміні вмісту загальних ліпідів та їх фракційний склад у тканинах залежно від умов існування риб. За використаними автором показниками можливо оцінити екологічну ситуацію у водоймі.

Дисертантом встановлено, що активність перекисного окиснення ліпідів у риб залежить від екологічних умов їх існування, а найвищими показники ПОЛ є у тканинах риб, які перебувають у несприятливих екологічних умовах.

Автором доведено, що зміни фракційного складу ліпідів, активності процесу ПОЛ, а також деякі гематологічні показники можна використовувати як біомаркери інтоксикації організму риб та задля біоіндикації якості прісноводних водойм.

Метою роботи, як зазначено дисертантом, було з'ясування особливостей ліпідного обміну в організмі найбільш поширених прісноводних видів риб (коропа *Cyprinus carpio* L., карася *Carassius gibelio* Bloch., окуня *Perca fluviatilis* L. та щуки *Esox lucius* L.) в умовах антропогенного навантаження на малі річки Західного Поділля (Серет, Стрипа, Золота Липа) та встановлення механізмів формування токсикорезистентності риб до несприятливих екологічних чинників.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що автором отримані нові дані щодо вмісту важких металів у воді, донних відкладах та береговому ґрунті річок Серет, Стрипа та Золота Липа. Вперше встановлено міжвидові особливості вмісту ліпідів та їх фракційного складу в окремих тканинах коропа лускатого, карася сріблястого, окуня звичайного та щуки звичайної. Розширено знання по проходженню процесів пероксидного окиснення ліпідів в організмі риб та проаналізовані зміни у гематологічних показників риб під дією несприятливих екологічних чинників. Розширено уявлення про роль ліпідного обміну в формуванні токсикорезистентності організму риб та розглянуто можливість використання отриманих результатів для оцінки стану оточуючого водного середовища.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані автором результати фізіолого-біохімічних досліджень об'єктивно відображають стан водних організмів в конкретних умовах водного середовища. Деякі біохімічні показники можливо використовувати для розробки експрес-методів оцінки комплексного забруднення водного середовища.

Результати досліджень можуть використовуватися при викладанні навчальних дисциплін у ВНЗ для студентів природничих спеціальностей.

Виходячи із зазначеного дисертантом досягнуто поставлених теоретичних та практичних завдань, зміст досліджень розкриває проблему, що розглядається, глибина досліджень достатня для обґрунтування гіпотези та формулювання зроблених висновків.

Дисертаційна робота Лявріна Б.З. викладена на 176 сторінках комп'ютерного набору і складається зі вступу, огляду фахової літератури (1 та 2 розділи), матеріалів і методів досліджень (3 розділ), 4 розділів власних досліджень, розділу з узагальнення отриманих результатів, висновків, списку використаної літератури. Вона ілюстрована 67 рисунками, 9 таблицями, налічує 230 літературних джерел, включно 106 латиною.

В розділі 1 наводяться відомості щодо екологічного стану малих річок, зокрема р. Серет, Стрипа та Золота Липа (басейн Дністра). Показано їх

гідрологічні особливості, основні притоки, ступінь зарегульованості та хімічний склад води. Відмічені основні чинники та наслідки антропогенного впливу на малі річки, а саме забруднення води, меліорація, регулювання русла, розорювання заплавної землі, надмірний водовідбір тощо. Автором доводиться необхідність забезпечення та удосконалення механізмів з охорони, моніторингу і відновлення водних екосистем малих річок

В огляді вітчизняної та зарубіжної фахової літератури (*розділ 2*) дисертант критично висвітлює наявну у фаховій літературі інформацію, що торкається теми дисертаційної роботи та акцентує увагу на невияснених питаннях. В цьому розділі, зокрема систематизовані сучасні уявлення щодо структурно-функціонального значення ліпідів в організмі риби, ролі ліпідів у адаптації до несприятливих чинників водного середовища. Детально розглянуто основні методи аналізу та контролю прісноводних екосистем та відмічено про необхідність застосування біомаркерів у системі оцінки токсичного впливу на рибу і в екологічному моніторингу водних екосистем. Проаналізовано питання, що саме біомаркування є важливим інструментом в гідроекологічній токсикології, яке можливо використовувати при вивченні антропогенного впливу на водні організми та екосистеми. Показано, що необхідні додаткові розгорнуті дослідження норми реакції і базових рівнів всіх показників, які претендують на використання як біомаркери у широкій низці гідробіонтів. Відмічено, що для ефективного контролю якості води актуальною є розробка комплексних, інтегральних методик з використанням фізико-хімічних та біологічних методів. Необхідно зазначити, що інформація, яку наведено в огляді літератури, та її критичний аналіз свідчить про широку ерудицію дисертанта з досліджуваної теми.

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

Розділ 3 «Матеріал та методи досліджень» включає детальну характеристику умов, в яких проводилися дослідження, об'єктів та методів досліджень. Необхідно відмітити чітко продуманий план проведення

досліджень та вдалий підбір об'єктів і методик. Автором застосовано перевірені класичні методи гідрохімічного, гематологічного, біохімічного та іхтіологічного аналізу. Досить важливо, що автором запропоновано різноплановий набір проведених біохімічних досліджень, який включає визначення особливостей змін в ліпідному обміні, реакціях риб на рівні антиоксидантної активності та перекисного окиснення ліпідів, гематологічних показників риб за дії екологічних чинників. Отримані результати досліджень опрацьовано статистично і їх вірогідність не викликає сумнівів.

Експериментальні результати, подані у **розділі 4** «Вміст металів у воді, донних відкладах та береговому ґрунті малих річок Західного Поділля», стосуються досліджень із визначення хімічних показників води малих річок Серет, Стрипа та Золота Липа. Автором встановлено, що за концентрацією кисню у воді, перманганатним індексом більш забрудненої водоймою є р. Золота Липа, а р. Стрипа можна прийняти як референтну водойму для цього регіону.

Проведені дослідження показали, що висока концентрація окремих металів у донних відкладах та береговому ґрунті є джерелом їх надходження у поверхневі води.

Нажаль отримані дані по вмісту важких металів у воді та донних відкладах доволі обмежено використовуються у подальшому обговоренні отриманих матеріалів по ліпідному обміну риб та їх впливу на процеси перекисного окиснення ліпідів та гематологічні показники.

Розділ 5 «Адаптивні зміни вмісту ліпідів та продуктів їх перекисного окиснення в організмі досліджених видів риб малих річок Західного Поділля» присвячений вивченню особливостей обміну та вмісту окремих класів нейтральних та фосфоровмісних ліпідів в тканинах коропа, карася, окуня та щуки. Автором встановлено, що у найбільш антропогенно порушеної річки знижується загальний вміст загальний ліпідів у м'язах, зябрах та печінки цих видів риб, а також змінюється співвідношення різних класів нейтральних

ліпідів та фосфоліпідів. Особливо важливим є те, що за дії несприятливих чинників істотно збільшується вміст окремих класів фосфоліпідів, які є основними структуроутворюючими елементами біологічних мембран. За результатами досліджень Ляврін Б.З стверджує, що ліпідний обмін зміщується у бік ліполізу, який свідчить про формування катаболічного стрес-синдрому в умовах інтоксикації.

Окремим підрозділом є дослідження стосовно вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів у тканинах риб. Відомо, що показники ПОЛ можуть об'єктивно відображати як стан організму риб, так і певною мірою ступінь антропогенного тиску на прісноводні екосистеми. Автором доведено, що перекисне окиснення ліпідів характеризується видовими та тканинними особливостями і залежить від екологічних умов існування риб. Найвищі показники ПОЛ у тканинах риб встановлені у р. Золота Липа, яка характеризується несприятливими екологічними умовами. Найнижчий рівень ТБК-активних продуктів та гідропероксидів був відмічений у риб з р. Стрипа, яка у найменшій мірі підлягає антропогенному тиску.

В цілому за автор доволі аргументовано доводить результати досліджень та показує, які зміни у ліпідному обміні свідчать про наявність несприятливих умов для риб в умовах малих річок.

У розділі 6 «Гематологічні показники коропа, карася, щуки та окуня із річок Серет, Стрипа та Золота Липа» наведено дані щодо зміни гематологічних показників риб, як інформативні маркери фізіологічного стану риб. Це пов'язано з простотою і доступністю методів гематологічної оцінки як стану організму риб, так і якості води. Але все ж наведені дослідження з вмісту еритроцитів та гемоглобіну в крові та її кольорові показники не стосуються теми дисертації. Хоча автором і показано, що найбільший вміст гемоглобіну у крові та її кольорового показнику спостерігається у риб при хронічному забрудненні річки.

В цьому ж розділі автором розглядаються особливості ліпідного обміну в еритроцитах досліджених риб із річок Серет, Стрипа та Золота Липа.

Проте, отримані дані важко характеризувати, як саме обмін. Скоріш за все це лише вміст загальних ліпідів в еритроцитах і не більше. Автором доведено, що нижчий вміст загальних ліпідів в еритроцитах всіх досліджених видів риб спостерігався у забрудненої водойми, але це не свідчить про нижчі адаптаційні можливості риб.

Окремо розглядаються особливості перекисного окиснення ліпідів у крові риб. Особливо важливим є те, що за накопиченням ТБК-активних продуктів у еритроцитах риб можна охарактеризувати наявність окисного стресу у риб та екологічний стан досліджених водотоків в цілому.

Розділ 7 «Порівняльна характеристика вмісту ліпідів, їх фракцій та продуктів обміну в тканинах досліджуваних видів риб». В цьому розділі розглядається міжвидова різниця у накопиченні загальних ліпідів, фракційного складу нейтральних та полярних ліпідів у тканинах. Але автор не вказує яким чином отримані дані з фракційного складу окремих видів риб, при цьому досліджували три водотоки.

Дисертант встановив, що вміст окремих класів неполярних ліпідів в тканинах є видоспецифічним, а їх величина залежить від особливостей обмінних процесів, трофіки та рухової активності окремих видів риб.

Як доводить автор, що вміст фосfolіпідів, як основних структурних елементів біологічних мембран, у різних видів риб вірогідно не відрізняється.

Особлива увага приділена міжвидові відмінності фракційного складу полярних ліпідів у тканинах риб. Встановлено, що вміст окремих класів (фосфатидилетаноламін) фосfolіпідів в тканинах зябер практично однаковий у коропа та щуки, тоді їх вміст у карася та окуня значно вищий і знаходиться в межах 42% від загальної кількості полярних ліпідів.

В розділі «Аналіз та узагальнення результатів» автор підводить підсумок отриманих результатів. Нажаль дисертант не наводить узагальнюючих схем, як підсумок своєї роботи.

В цьому розділі автор узагальнює біологічні зміни ліпідного спектру, особливості перерозподілу ліпідних компонентів між внутрішньою та

зовнішньою поверхнею двошарової біологічної мембрани, наводить основні коефіцієнтів (співвідношення) окремих фракцій ліпідів.

Так, величина відношення холестерол/фосфоліпідів було найменшим у зябрах риби, виловлених з річок Серет, а найвищим з р. Золота Липа. Це добре корелює з ступенем забруднення води, а цей показник характеризує рідкість мембрани.

Автор доводить, що коефіцієнти відношення вмісту фракцій фосфоліпідів $[ФХ/(ФЕА+ФС+ФІ)]$ у зябрах усіх досліджуваних видів риби були нижчими у риби, які виловлені у найбільш забрудненій річці. Як стверджує дисертант це вказує на посилення деструкції зовнішнього біліпідного шару та може розглядатися як адаптивна відповідь на несприятливі чинники середовища. Пристосування риби до несприятливих умов забезпечується фізіолого-біохімічними механізмами, що включають перебудову ліпідних систем організму, які є наслідком зміни співвідношень окремих класів ліпідів.

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. Необхідно більш детальне пояснення – чому саме річки Серет, Стрипа та Золота Липа вибрані для досліджень?
2. Яке адаптивне значення зміни вмісту моноацилгліцеролів і неетерифікованих жирних кислот?
3. Чому автор визначав загальний вміст НЕЖК, але не проводив дослідження з по-фракційного складу жирних кислот?
2. Автор вказує, що найвищий вміст гемоглобіну був відмічений у крові усіх досліджуваних видів риби, виловлених з р. Стрипа (с. 118), але виходячи з рисунку цей показник більший у риби з найбільш антропогенно порушеної водойми (р. Золота Липа). Відомо, що високий вміст гемоглобіну є

показником доброго стану середовища, а в роботі розглядається його підвищення як показник антропогенного навантаження на середовища.

2. Потребуються пояснення, що дисертант розуміє під фізіологічною нормою вмісту еритроцитів у крові риб та чому її нижні межі свідчить про хронічний стресовий вплив чинників водного середовища на організм риб. Оскільки з представлених даних на рис. 6.1 цього не відмічається.

3. Бажано пояснити чому найбільший вміст гідроперекисів ліпідів у еритроцитах відмічається у риб з р. Серет. Яким чинником це обумовлено? Тим більше, що вміст ТБК активних продуктів спостерігається у риб з найбільш забрудненої річки (р. Золота Липа).

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

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

Загалом, дисертаційна робота Лявріна Б.З. 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.

Враховуючи викладене вище, вважаю, що дисертаційна робота Лявріна Богдана Зіновійовича «Ліпідний обмін у риб малих річок Західного Поділля» 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., а її автор Ляврін Б.З. заслуговує

присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук зі спеціальності
03.00.10 – іхтіологія.

Завідувач відділу біології відтворення риб
Інституту гідробіології НАН України,
доктор біологічних наук, с. н. с.,

О. С. Потрохов

