

«Вміст та роль речовин ліпідної природи в адаптації прісноводних молюсків до екологічних чинників різної природи», що захищається на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія

Актуальність теми. Дисертаційна робота Музики Лідії Володимирівни «Вміст та роль речовин ліпідної природи в адаптації прісноводних молюсків до екологічних чинників різної природи» присвячена актуальній проблемі – з'ясуванню розвитку реакції та формування можливих адаптивних механізмів метаболізму в різних таксономічних та екологічних груп незаражених та інвазованих рідями та метацеркаріями *Echinoparyphium aconiatum* Dietz, 1909 прісноводних молюсків (*Planorbarius purpura* (O. F. Müller, 1774), *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758), насамперед каротиноїдів, ліпідів, жирнокислотного статусу, енергогенеруючих систем, на дію екологічних природних, включно сезонних, коливань у водоймах в умовах антропогенного, включно токсичного (забруднення важкими металами), навантаження. Незважаючи на достатньо тривалу увагу дослідників до впливу цих чинників на обмін речовин у прісноводних молюсків різних таксономічних та екологічних груп актуальність розкриття механізмів біохімічної адаптації, вплив умов життя, мінерального складу та забруднення водойм токсикантами і полютантами на фоні інвазій молюсків як комплексної трансформуючої системи сучасного екологічного середовища на вміст біологічно активних речовин, пластичний обмін та генерування енергії у водяних організмів вивчені неповно, що зумовлює високу актуальність досліджень такого спрямування і змісту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до наукових досліджень, що здійснювалися у Житомирському державному університеті імені Івана Франка в рамках науково-дослідної теми Міністерства освіти і науки України: «Вплив антропогенного навантаження на біорізноманіття водних екосистем Центрального Полісся (номер державної реєстрації НДР: 0113U002157, 2013–2015 рр.).

Новизна дослідження та одержаних результатів. У результаті дисертаційного дослідження уперше досліджено особливості накопичення і розподіл β -каротину та ксантофілів в тканинах (органах) прісноводних молюсків *U. pictorum*, *A. cygnea*, *L. stagnalis*, *P. purpura* гідроценозів Житомирського Полісся, які відрізняються екологічними характеристиками, анатоомо-морфологічною будовою, специфікою фізіологічних функцій, включаючи систему дихання та розмноження, а також різнотиповістю спектрів живлення. Встановлено, що види, органами дихання яких є зябра – *U. pictorum* та *A. cygnea* – характеризуються нижчими показниками вмісту як β -каротину, так і ксантофілів в тканинах (органах) порівняно з *L. stagnalis* та *P. purpura*, для яких характерне легеневе дихання. З'ясовано особливості вмісту каротиноїдних пігментів в організмі *Unio pictorum* та *Anodonta cygnea* залежності від фізіологічного стану тварин.

Виявлено суттєвий вплив трематодної інвазії на вміст каротиноїдних пігментів в організмі *L. stagnalis* та *P. purpura*. Показано, що підвищення вмісту каротиноїдних пігментів є адаптивною відповіддю хазяїна на підтримку функціонування організму.

З'ясовано вплив токсикантів локальної (іони ВМ), протоплазматичної (сечовина) та комбінованої дії (фенол, хлорид амонію) за різної тривалості експозиції на вміст каротиноїдних пігментів в тканинах ставковика звичайного.

З'ясовано фракційний склад ліпідів тканин та органів *Lymnaea stagnalis* та *Unio pictorum* у нормі, за дії трематодної інвазії та в залежності від фізіологічного стану тварин. Досліджено жирнокислотний профіль тканин та органів *L. stagnalis* та *U. pictorum*.

Отже, результати дисертаційної роботи сприяють вирішенню важливої наукової проблеми, яка полягає у встановленні профілю каротиноїдних пігментів, ліпідів, їх жирнокислотного складу, енергетичних показників молюсків різних видів та екологічних вимог, які мешкають у екологічно трансформованих часом водоймах.

Науковий рівень роботи визначено таким, що відповідає вимогам МОН України на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук.

Практичне значення результатів дослідження. Отримані в дисертаційній роботі експериментальні дані дозволяють вирішувати завдання, пов'язані із удосконаленням екологічного моніторингу водойм, а також при побудові прогнозних сценаріїв стійкості екосистем до дії екологічних чинників різної природи, нададуть можливість розкрити

механізми індивідуальної резистентності і адаптивні здатності прісноводних молюсків до чинників водного середовища, які формуються в результаті антропогенного пресингу.

Окрім цього, результати дослідження дають можливість визначити роль досліджуваних біологічно активних речовин (каротиноїдних пігментів, ліпідів та жирних кислот) в процесах адаптації прісноводних молюсків як специфічних стрес-редуючих чинників і, таким чином, зрозуміти механізми стрес-реакції та адаптації, а також можуть бути використані при розробці методів біоіндикації та прогнозуванні змін у водних екосистемах.

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

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність. Дисертанткою відповідно до мети дослідження сформульовані завдання, підібрано експериментальні моделі та адекватні методики дослідження (гідробіологічні і біохімічні; методи польових і лабораторних досліджень; інструментальні та статистичні методи аналізу отриманих результатів), адекватно обрано експериментальні площадки та лабораторні установки, що дозволило отримати інформативні дані.

Достатній для обґрунтування обсяг експериментальних досліджень після статистичної обробки матеріалу послужив підставою для переконливих висновків дисертації.

Отже, дисертаційна робота Музики Л. В. є самостійною науково-дослідною роботою, яка виконана на сучасному методичному рівні і достатньому експериментальному матеріалі.

Повнота викладення основних результатів дисертаційних досліджень. Результати дисертаційного дослідження висвітлено у 17 наукових роботах, з яких: 5 – статті у фахових наукових журналах, з яких три у міжнародних цитованих виданнях з наукометричних баз Web of Science Core Collection та Scopus, решта – статті в інших наукових виданнях та матеріали конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Обсяг роботи 225 сторінок, з яких загального тексту 165 сторінки. Список використаних джерел містить 270

позицій, з них іноземних – 149. Рукопис ілюстрований рисунками і таблицями, основні експериментальні результати приведені у додатках.

Вступ відображає суть роботи, її завдання, включає обґрунтування актуальності, наукової новизни, практичного значення отриманих результатів.

Розділ 1 – «Вміст біологічно активних сполук в організмі прісноводних молюсків та його регуляція біотичними, абіотичними та антропогенними чинниками (огляд літератури)» (с. 29–58, 17,6% основного тексту роботи) – присвячено критичному аналізу даних та сучасних поглядів на стан досліджень організації і активності фізіолого-біохімічних систем пластичного і енергетичного гомеостазу молюсків у сезонному аспекті та за впливу різних екологічних чинників водойм. Акцентовано увагу на усталене сучасне уявлення про широкий діапазон толерантності молюсків до змін природніх екологічних умов їх проживання та токсичного чинників як результат фізіолого-біохімічної варіабельності за рахунок еволюційно надбаних адаптивних механізмів регуляції рівня і спрямованості метаболізму і його модифікацій, що забезпечується варіативністю перемикавання біохімічних систем та підтримання сталого рівня тканинного енергетичного гомеостазу. Обговорюється питання про основні пластичні компоненти енергозабезпечення у організмі молюсків та їх варіативність за стресових впливів, насамперед інвазій і забруднення різноманітними поллютантами. Загалом, із змісту розділу стають зрозумілими прогалини з проблеми і, відповідно, витікають завдання дослідження з розглядуваної тематики. Різноспрямовані дані щодо залежності варіативності вмісту та якісного представлення каротиноїдів і ліпідів залежно від рівня і типу забруднення не дають можливості встановити тісні залежності у системі аналізу «доза – ефект», що унеможливорює класифікувати реакції організму молюсків на дію цих чинників.

Щодо показників вмісту цих речовин в організмі обраних об'єктів, то відмітимо деяку фрагментарність та неоднозначність представлених даних. Окрім цього, в літературних джерелах представленість інформації щодо вмісту каротиноїдів, ліпідів та жирних кислот в органах і тканинах прісноводних молюсків гідроценозів Житомирського Полісся є поодинокую і несистематизованою.

Розділ 2 – «Матеріали та методи дослідження» (с. 59–65). Робота виконана на достатньому методичному та технічному рівнях, з використанням сучасних методик збору експериментального матеріалу та

обладнання, що цілком відповідають завданням дослідження. Всього досліджено 1480 особин молюсків.

В цьому розділі охарактеризовано гідрохімічні умови водойм, з яких відібрано молюсків для досліджень. Методики викладені чітко, детально, що свідчить про повне розуміння авторкою процесу їх опрацювання. Авторка наводить характеристику методів дослідження: польові та лабораторні. Використано достатньо точні і адекватні методи оцінки вмісту окремих субстратів обміну. Здійснена систематизація, аналіз, статистична обробка результатів, що здійснювали методами основної статистики (описова статистика, часткова кореляція, t-критерій Стьюдента), тощо.

Розділ 3 «Порівняльна характеристика кількісного вмісту каротиноїдів у тканинах (органах) молюсків прісноводних водойм» (с. 66–74, 4,9 % основного тексту роботи) присвячений опису результатів дослідження каротиноїдного статусу молюсків.

Дослідженнями вдалося встановити деякі закономірності та особливості накопичення β -каротину та ксантофілів в тканинах (органах) прісноводних молюсків в залежності від їх видової приналежності та типу живлення. Встановлено, що максимальна стійкість до дії абіотичних, біотичних та антропогенних чинників властива видам з високим вмістом каротиноїдів – здатних до зворотного зв'язування кисню по подвійних зв'язках пігменту та кумуляції і віддачі його в екстремальних умовах. Динаміка вмісту β -каротину та ксантофілів в організмі прісноводних молюсків характеризується видовою специфічністю, варіює в залежності від фізіологічного стану тварини, їх морфо-функціональних особливостей, особливостей дихальної та репродуктивної систем.

Результати цього дослідження можуть бути використані у прогнозуванні стійкості екосистем до антропогенного забруднення, адже оцінка якості середовища за станом та функціями відгуку біосистем дає можливість розкрити механізми індивідуальної резистентності і адаптивних здатностей досліджуваних тварин до чинників зовнішнього середовища, які формуються в результаті антропогенного пресингу, оцінити екологічні умови окремих екосистем, а також можуть бути використані при розробці методів біоіндикації та прогнозуванні змін у водних екосистемах. Однак, при використанні концентрації каротиноїдних пігментів як біомаркера необхідно враховувати, що цей показник відрізняється у різних систематичних груп молюсків. Крім того, досліджені молюски знаходились на різних стадіях життєвого циклу, хоч і були одночасно взяті з одного біотопу для аналізу, а це, ймовірно, могло вплинути на особливості

накопичення β -каротину та ксантофілів їх організмом. Надалі 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» (с. 75–116, 24,9 % основного тексту роботи). У ході дослідження змін кількісного вмісту β -каротину та ксантофілів в організмі *L. stagnalis* встановлено високу варіабельність тварин, спрямовану на підтримання відповідного адаптивного рівня функціонування організму.

На основі факту того, що у біоти у міських водоймах неминує посилюється антропогенне навантаження, тим самим погіршуючи екологічну ситуацію навіть у відносно благополучних гідроекосистемах, авторка припускає, що тривале проживання молюсків в умовах підвищеного рівня забруднення супроводжується природним відбором, в результаті якого залишаються найбільш токсикорезистентні особини.

Дослідження впливу отрут різної дії на вміст β -каротину та ксантофілів в тканинах і органах *L. stagnalis*: локальної (іони Cd^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), комбінованої (фенол, амонію хлорид) та протоплазматичної дії (сечовина) показали, що в концентраціях, відповідних 0,5 та 2,0 ГДК_{рибогосп.} упродовж 2, 7, 14 та 21 доби вміст β -каротину та ксантофілів в організмі *L. stagnalis* характеризується своєрідною тканинно-органною специфікою. Встановлено, що вплив досліджених іонів на вміст цього каротиноїду в органах (тканинах) *L. stagnalis* є багатовекторним і має регуляторно-токсичний принцип дії. Мінімальними значеннями вмісту β -каротину та ксантофілів як в нормі, так і за дії токсичних агентів, характеризується гемолімфа тварин незалежно від тривалості їх дії. Максимальні показники варіювали між органами (тканинами) в залежності від природи токсиканту та тривалості експозиції тварин у токсичному розчині.

За допомогою ієрархічного кластерного аналізу вдалося виявити існуючі закономірності впливу досліджених іонів важких металів на вміст β -каротину в організмі *L. stagnalis*. При аналізі структур сформованих кластерів встановлені неоднакові реакції тканин (органів) *L. stagnalis* на присутність різних іонів ВМ, концентрацією, що відповідала 0,5 ГДК.

Аналіз вмісту β -каротину в гемолімфі *L. stagnalis* за дії іонів різних ВМ дозволив на основі показників цього каротиноїду виділити їх 2 групи. Для регуляторних ефектів визначено подібність Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} та Cr^{3+} . Крім цього, в окремий кластер виокремлено Cu^{2+} . Для

гепатопанкреасу встановлено іншу тенденцію: в окремий кластер виділяється біохімічний ефект дії Cr^{3+} , який має подвійну дію, виступаючи одночасно антиоксидантом і прооксидантом, що обґрунтовано його здатністю брати участь в окисно-відновних реакціях. Всі інші іони входять до другого кластеру.

У мантиї *L. stagnalis* близькими за регуляторними ефектами є Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Ni^{2+} та Cu^{2+} . За дії Cd^{2+} сформувався окремий кластер, бо ці іони не виконують в організмі молюсків фізіологічних функцій.

При збільшенні концентрацій досліджуваних іонів до 2,0 ГДК_{рибогосп.}, зафіксовано тканино-специфічну реакцію. Так, за результатами аналізу спорідненості іонів за їх впливом на вміст β -каротину гемолімфи досліджуваних молюсків було виокремлено 2 кластери, що свідчить про те, що навіть незначне збільшення концентрації досліджуваних токсикантів викликає відповідь на їх введення. Для *гепатопанкреасу* відмічено відмежування в окремий кластер токсичний ефект, викликаний дією іонів цинку.

Отже, встановлено високу реактивність тварин, спрямовану на підтримання відповідного адаптивного рівня функціонування. Такі зміни кількісних показників каротиноїдного вмісту в тканинах (органах) цих тварин з одного боку свідчать про розвиток компенсаторного механізму у відповідь на дію токсикантів, а з іншого, про можливі патологічні зміни в їх організмі. Вміст каротиноїдів в тканинах (органах) *L. stagnalis* за дії досліджуваних чинників залежить від часу експозиції, природи токсиканту, що визначає специфічність його дії та характеризується тканинно-органною специфічністю. Мінімальними значеннями вмісту β -каротину та ксантофілів як в нормі, так і за дії токсичних агентів, характеризується гемолімфа тварин незалежно від тривалості їх дії. Максимальні показники варіювали між органами (тканинами) в залежності від природи токсиканту та тривалості експозиції тварин у токсичному розчині.

Розділ 5 «Фракційний склад ліпідів тканин та органів прісноводних молюсків» (с. 117–126, 5,5% основного тексту роботи). Аналіз тканинно-органного розподілу досліджуваних фракцій ліпідів показав, що у неінвазованих ставковиків найвищі показники вмісту ТАГ є у метаболічно найактивніших органах – гепатопанкреасі та нозі, бо вміст цих ліпідів в гепатопанкреасі перевищують такі в гемолімфі та мантиї в 2,13 та 2,16 рази. ДАГ та НЕЖК виявлено лише у гепатопанкреасі та мантиї досліджуваних тварин, причому різниця показника ДАГ між цими органами становить лише 5,1%, а вміст НЕЖК – у гепатопанкреасі перевищує їх вміст у мантиї

на 37,3%. Вміст ФЛ у гепатопанкреасі перевищує їх вміст у мантиї в 3,24 рази та більший на 36,0% у нозі.

Трематодна інвазія впливає на модифікації як структурних, так і енергетичних ліпідних компонентів в організмі *L. stagnalis*, причому ці зміни є органо-специфічними. Зареєстровано статистично значиме зменшення вмісту ТАГ, ДАГ та НЕЖК (на 24,00–43,37%) у інвазованих ставковиків порівняно з контролем, що пов'язано із значними енерговитратами тварин, спрямованими на протидію трематодній інвазії (за винятком мантиї, у якій відмічалось збільшення вмісту ТАГ (на 66,02%) та НЕЖК (на 32,51%). Однак, зафіксовано розвиток компенсаторної реакції *L. stagnalis* спрямовані на нівелювання шкідливої дії паразитів та підтримання гомеостазу інвазованої тварини у вигляді зростання показників вмісту ФЛ (в 1,22–3,79 рази) в її тканинах.

Саме ці метаболічні ресурси інтенсивно використовуються організмом молюсків за стресів, зокрема впливу трематодної інвазії. Найвищі показники вмісту ДАГ НЕЖК та зафіксовано у мантиї. Щодо ФЛ в організмі *L. stagnalis* можна вибудувати такий ряд (у напрямку зростання показника): нога→мантия→гепатопанкреас.

Для *U. pictorum* встановлено специфічність в розподілі ліпідів в тканинах і органах, обумовлену їх метаболічною активністю, функціональною роллю ліпідних класів, а також фізіологічними особливостями досліджуваного виду. Для самців найвищі показники вмісту ТАГ зафіксовано в зябрах та гонаді, а найнижчі – в гепатопанкреасі. Найнижчими показниками вмісту ДАГ характеризувався гепатопанкреас, а у всіх інших органах вміст диацилгліцеролів був в одному діапазоні величин. Найбільша частка НЕЖК припадає на гонаду, а вміст структурних фосфоліпідів кількісно переважав у гепатопанкреасі, зябрах та нозі самців *U. pictorum*. У самок вміст ТАГ є найвищим у зябрах та гепатопанкреасі, нижчим – в нозі та мантиї та найнижчим – в гонаді. Вміст диацилгліцеролів зростає в ряду: нога→зябра→мантия→гепатопанкреас→гонада. Вміст НЕЖК домінував в зябрах та знаходився в діапазоні в гепатопанкреасі, нозі, гонаді та мантиї. Щодо структурних фосфоліпідів, то їх виявилось найбільше в зябрах, а найменше – в гепатопанкреасі.

Щодо органно-специфічного розподілу, то ліпідний вміст був таким: ТАГ: ♂: гепатопанкреас → нога → мантия → гонада → зябра; ♀: гонада → нога → мантия → гепатопанкреас → зябра; ДАГ: ♂: гепатопанкреас → мантия → зябра → нога → гонада; ♀: гонада → гепатопанкреас → мантия → зябра → нога; НЕЖК: ♂: гепатопанкреас → мантия → нога → зябра →

гонада; ♀: гепатопанкреас → нога → гонада → мантия → зябра; ФЛ: ♂: мантия → гонада → зябра → нога → гепатопанкреас; ♀: гепатопанкреас → мантия → нога → гонада → зябра.

Отже, зміни ліпідного вмісту в організмі досліджуваних молюсків носять адаптивний характер, що проявляється в певних межах навантаження на організм і спрямовані на підтримування метаболічного гомеостазу у цих тварин.

Розділ 6 «Жирнокислотний профіль організму деяких видів прісноводних молюсків» (с. 127–158, 14,6 % основного тексту роботи).

Встановлено, що жирнокислотний склад загальних ліпідів *L. stagnalis* та *U. pictorum* представлений ЖК з парною і непарною кількістю карбону, розгалуженими iso- та anteiso-кислотами, а також ЖК з цис-конфігураціями та транс- формами подвійних зв'язків. З'ясовано, що характерною особливістю жирнокислотного профілю обох досліджених видів є істотний вміст розгалужених жирних кислот (iso- та anteiso- форми). Жирнокислотний склад загальних ліпідів *L. stagnalis* представлений 32 жирними кислотами з довжиною вуглецевих ланцюгів від C₈ до C₂₄. В гемолімфі ставковика звичайного знайдено виключно НЖК C_{16:0} та C_{18:0}, вміст яких становив 35,0 % та 34,1 % від суми усіх компонентів.

Щодо досліджуваних органів цих тварин, то серед НЖК кількісно домінували також C_{16:0} та C_{18:0} ЖК, вміст яких становив 7,6–12,6 % та 4,8–9,1 % відповідно, причому найвищі величини показників зафіксовано в мантиї, а найнижчі – в нозі. Показано, що у гепатопанкреасі, мантиї та нозі *L. stagnalis* жирно-кислотний спектр характеризувався високим ступенем ненасиченості (49,7–56,6 % від загальної суми). Серед МНЖК найвищі показники отримано для ЖК cis- та trans- форм C_{18:1n-9} та cis-13-C_{20:1n-13} ЖК, вміст яких знаходився приблизно на одному рівні для гепатопанкреасу, мантиї та ноги. Встановлено наявність незамінних ПНЖК родин n-3 та n-6 в органах ставковика, однак якісний склад та кількісні показники вмісту цих ЖК характеризувались тканинно-органною специфічністю.

Жирнокислотний склад загальних ліпідів *U. pictorum* представлений 37 жирними кислотами з довжиною вуглецевих ланцюгів від C₁₄ до C₂₃. У *U. pictorum* виявлено значні кількості насичених ЖК – C_{16:0} та C_{18:0}, вміст яких становив 8,1–11,2 % та 7,3–10,1 % від усієї суми площ отриманих піків. Серед МНЖК кількісно домінували C_{20:1n-X}, C_{18:1n-9c/t}, та C_{16:1}. ПНЖК в усьому організмі найбільш кількісно представлені C_{20:4n-6}, cis-5,8,11,14,17-ейкозапентаєновою (C_{21:5}), C_{18:2n-6}, 5,8,11,14,17-ейкозапентаєновою (all-Z)-

(C_{22:5}) та cis-4,7,10,13,16,19-докозагексаєновою (C_{22:6n-3}) жирними кислотами.

Встановлено, що трематодна інвазія змінювала жирнокислотний спектр загальних ліпідів організму ставковиків: відмічено збільшення вмісту НЖК (на 1,9–25,3 %) у гемолімфі, гепатопанкреасі та нозі та їх зменшення на 5,6 % у мантиї. Для МНЖК динаміка за дії партеніт трематод вміст збільшувався в гепатопанкреасі, у мантиї та зменшувався у нозі. Показники кількісного вмісту ПНЖК за дії трематодної інвазії у гепатопанкреасі відповідали показникам контрольної групи, у мантиї знижувались від 32,7 % до 31,9 %, а у нозі навпаки збільшувались від 36,0 % до 37,3 %.

В *Узагальненні* (с. 159–167) коротко підсумовано результати, викладені у *Розділах* дисертації, з акцентуацією на їх основних значимих ефектах.

У *Висновках* наведено узагальнення результатів експериментальних досліджень і нове вирішення актуального наукового завдання, що полягає у з'ясуванні і теоретичному обґрунтуванні використання показників пластичного та енергетичного обміну у молюсків, залежно від їх таксономічних відмінностей, фізіології живлення, розмноження та реакції на дію токсикантів різної природи (важкі метали, органічні полютанти) для оцінки формування їх резистентності в умовах комплексної дії природних та антропічних чинників, що може мати використання для прогнозування відклику біоти і стану популяцій цих видів.

Разом з тим, можна акцентувати увагу на деяких дискусійних питаннях та зауваженнях:

1. У роботі йдеться про вивчення адаптації молюсків до «токсичного забруднення», що вимірюється в величинах ГДК. Згідно з якими сучасними підходами авторка орієнтується на нормування ГДК?

2. При обговоренні результатів експериментальних досліджень, узагальненні та висновках малорозкритими залишаються такі питання:

2.1. Чи пов'язаний вміст пігментів з характером живлення та фізіологічною активністю молюсків?

2.2. Як на пластичний статус молюсків впливає їх вік?

2.3. Які види є стійкішими до одночасних комплексних змін стану водного середовища і чому?

3. Як впливає на «адаптованість» організму молюсків до токсикантів, насамперед, іонів важких металів, «рівень» насиченості жирних кислот (співвідношення ненасичених та насичених жирних кислот у складі ліпідних мембран)?

4. Серед термінологічних недоречностей відмітимо вирази: «білки» - протеїни (відповідно, «вміст білка» – вміст протеїнів); «фермент» – ензим, тощо.

Загалом, дисертаційна робота є багатоплановою та, водночас, комплексною, і зауваження та запитання тільки підкреслюють багатовекторність наукових проблем, що витікають з експериментального дослідження, але не применшують її результативності і значення.

Робота написана сучасною науковою українською мовою, стилістично і граматично вивірена.

Автореферат дисертації відповідає встановленим вимогам та відображає зміст дисертаційної роботи.

Висновок. Дисертаційна робота Музика Лідії Володимирівни «Вміст та роль речовин ліпідної природи в адаптації прісноводних моллюсків до екологічних чинників різної природи» є закінченим самостійним дослідженням, що за новизною, теоретичним і практичним значенням відповідає вимогам п.11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567 (зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМУ №656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015 р. та №567 від 27.07.2016 р.), а Музика Лідія Володимирівна заслуговує на присудження наукового ступеню кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.17 – гідробіологія.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри загальної біології
та методики навчання природничих дисциплін
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка,
доктор біологічних наук, професор



В.В. Грубінко

22 квітня 2021 року

