

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН**

**МАСЮК МАРІЯ БОГДАНІВНА**

УДК 577.115:639.21:597.551.2:665.112:577:118

**ОБМІН ЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ КОРОПА НА РІЗНИХ СТАДІЯХ  
РОЗВИТКУ ЗА ДІЇ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОЇ ДОБАВКИ**

**03.00.04 – біохімія**

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук**

**Львів – 2018**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті біології тварин Національної академії аграрних наук України.

**Науковий керівник** – доктор ветеринарних наук, професор  
**Томчук Віктор Анатолійович**,  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України МОН України,  
завідувач кафедри біохімії і  
фізіології тварин ім. академіка М. Ф. Гулого.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**Рівіс Йосип Федорович**,  
Інститут сільського господарства  
Карпатського регіону НААН,  
головний науковий співробітник  
лабораторії аналітичних досліджень;

доктор біологічних наук, професор  
**Курант Володимир Зіновійович**,  
Тернопільський національний педагогічний  
університет імені Володимира Гнатюка МОН  
України, професор кафедри хімії та методики її  
навчання.

Захист відбудеться «11» вересня 2018 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.368.01 Інституту біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту біології тварин НААН за адресою: 79034, м. Львів, вул. В. Стуса, 38.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Вчений секретар**  
спеціалізованої вченої ради

**О. І. Віщур**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Життєдіяльність і ріст ставових риб, зокрема короїв, а також харчова цінність м'яса значною мірою залежать від забезпечення їх організму мікроелементами та вітамінами (Грициняк І. І. зі співавт., 2011; Белошайка Т. В. зі співавт., 2014; Wei Hu et al., 2016). Потреби організму в забезпеченні мікроелементами та вітамінами коливаються у значних межах на що впливає низка чинників ендogenous та екзогенного характеру, зокрема, живлення, активність кишкової мікрофлори, генетична детермінація (Kalyoncu L. et al., 2010; Курант В. З. зі співавт., 2011; Rudy M. D. et al., 2016). Забезпечення риб вітамінами та мікроелементами відбувається головним чином за рахунок їх вмісту у природних і штучних кормах (Lall S., 2001). Нестача або надлишок їх в організмі здатні призвести до порушень їх трансформації, синтезу ензимів, обмінних процесів, а також спричинити низку інших деструктивних змін у різних системах організму (Гринжевський М. В., 2007; Вовк Н. І. зі співавт., 2015). У цьому аспекті важливе значення має наявність у компонентах живлення вітамінів і мікроелементів, які сприяють підтриманню оптимального метаболічного балансу в організмі риб за дії стресових умов (Martines-Alvares R. M. et al., 2005; Желтов Ю. А. зі співавт., 2013), особливо у переднерестовий та в кінці вегетаційного періодів. У літературі наявні поодинокі праці про вплив деяких жиророзчинних вітамінів і мікроелементів на організм коропа, вони фрагментарні й не розкривають механізму дії на показники обміну ліпідів, активність антиоксидантної системи, ріст і репродуктивну здатність коропа. Актуальність експериментальних досліджень зумовлена широким діапазоном і відсутністю нормативних значень вітамінів і мікроелементів у раціонах коропових риб, на відміну від ссавців, зокрема, у зв'язку з фізіологічним станом, пероксидним окисненням ліпідів (ПОЛ), активністю системи антиоксидантного захисту (САЗ) та їх впливом на ліпідний обмін і репродуктивну здатність організму риб.

У період розмноження вирішальне значення має забезпеченість плідників коропа жиророзчинними вітамінами (Fontagne-Dicharry S., 2010; Григоренко Т. В., 2015; Рівіс Й. Ф. зі співавт., 2015;) та мікроелементами: Цинком (Hogstrand C., 2012), Селеном (Penglase S., 2014) і Йодом (Yalcin S. et al., 2004), які сприяють не лише активному дозріванню статевих продуктів, а й опосередкованому формуванню ростового потенціалу майбутнього потомства (Шерело А. Г. зі співавт., 2014).

Із огляду на наведене вище, важливим питанням є визначення оптимальних доз жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду для коропових риб у переднерестовий та в кінці вегетаційного періодів, що сприятиме нормальному функціонуванню організму, дасть змогу підвищити активність антиоксидантної системи, забезпечити організм енергетичним матеріалом та поліпшити репродуктивну здатність самиць коропа.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Експериментальна частина виконана у 2014–2017 рр. в лабораторії імунології

Інституту біології тварин НААН згідно з ПНД № 31 «Фізіолого-біохімічні основи резистентності, високої продуктивності тварин і біологічної цінності продукції тваринництва» відповідно до завдання 31.00.03.07 П «Розробити біологічно-активну добавку до раціону плідників коропа з метою підвищення їх репродуктивної здатності» (№ держреєстрації 0114U002177), де авторка вивчала вплив жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е й мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки, яку згодовували самицям коропа у переднерестовий період і дворічкам коропа у кінці вегетаційного періоду, на стан антиоксидантної системи, показники обміну ліпідів, репродуктивну здатність самиць, вихід і ріст цьоголіток.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи полягала у з'ясуванні впливу комплексу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду окремо, а також разом із вітамінами А, D<sub>3</sub>, Е у вигляді добавки до комбікорму самиць коропів у переднерестовий період і дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду на стан антиоксидантної системи, показники обміну ліпідів у їх організмі, а також в ікрі та личинках.

Для досягнення поставленої мети у завдання дисертаційної роботи входили дослідження:

- впливу мікроелементів Цинку Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму самиць коропа в переднерестовий період на концентрацію в їх крові продуктів ПОЛ і активність ензимів САЗ, а також на вміст ліпідів і окремих їх класів у ікрі й виведених із неї личинках;
- впливу різних доз жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа в переднерестовий період на вміст ліпідів і співвідношення окремих їх класів, жирнокислотний склад ліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах риб, у їх ікрі й виведених із неї цьоголітках;
- впливу вказаної вітамінно-мінеральної добавки на вміст Цинку та Селену у скелетних м'язах та ікрі, рівень продуктів ПОЛ і активність ензимів антиоксидантної системи в крові самиць коропа та їх репродуктивну здатність;
- впливу різних доз жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону дворічного коропа в кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку та Селену у скелетних м'язах, рівень продуктів ПОЛ і активність ензимів САЗ у крові, вміст ліпідів та окремих їх класів, жирнокислотний склад у гепатопанкреасі й скелетних м'язах.

За результатами досліджень розробити спосіб підвищення репродуктивної здатності та корекції метаболізму ліпідів у коропових риб.

*Об'єкт досліджень:* обмін ліпідів, активність антиоксидантної системи, репродуктивна здатність і ріст коропів за дії різної кількості жиророзчинних вітамінів та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у складі добавки до комбікорму.

*Предмет досліджень:* вміст Цинку та Селену, показники обміну ліпідів у гепатопанкреасі, скелетних м'язах та ікрі коропів, активність ензимів системи антиоксидантного захисту у крові риб за дії вітамінно-мінеральної добавки.

*Методи досліджень:* біохімічні (спектрофотометричні: визначення ензиматичної активності, вмісту субстратів і продуктів метаболічних реакцій, Селену та Цинку у тканинах і органах; хроматографічні: визначення вмісту загальних ліпідів і їх класів, жирних кислот), рибоводні (ріст риб, абсолютна та відносна плодючість), гідрохімічні (хімічний склад води), статистичні (метод варіаційної статистики з використанням t-критерію Стьюдента).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше проведено порівняльні дослідження впливу комплексу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду окремо й разом з вітамінами А, D<sub>3</sub>, Е у вигляді добавки до комбікорму самицям коропа в переднерестовий період і дворічкам коропа в кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку і Селену, активність САЗ та показники обміну ліпідів у організмі риб. Уперше проаналізовано ліпідний склад ікри та виведених з неї личинок коропа за дії комплексу вітамінів і мікроелементів. Доведено, що ці вітаміни та мікроелементи чинять інгібуєчий вплив на процеси пероксидації ліпідів і стимулювальний – на активність ензимів системи антиоксидантного захисту у крові риб. Проаналізовано дію вітамінно-мінеральної добавки на жирнокислотний спектр загальних ліпідів ікри, гепатопанкреасу і скелетних м'язів самиць та дворічок коропа.

Уперше теоретично й експериментально обґрунтовано ефективність застосування різної кількості жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до комбікорму в переднерестовий період на репродуктивну функцію самиць коропів. Розроблено склад і рецептуру вітамінно-мінеральної добавки самицям коропів у переднерестовий період для підвищення їх репродуктивної здатності, що підтверджено патентом на корисну модель «Спосіб підвищення репродуктивної здатності та корекції метаболізму ліпідів у коропових риб» №119366, 2017 р., Бюл. № 18.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі теоретичних узагальнень і проведених досліджень підготовлено методичні рекомендації та розроблено спосіб підвищення репродуктивної здатності й біологічної цінності м'яса коропів завдяки поліпшенню його вітамінного та мікроелементного живлення. Результати експериментальних досліджень упроваджено в ДП ДГ Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН. Матеріали дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі в Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачка самостійно проаналізувала наукову літературу за темою дисертації, брала участь у формуванні схеми проведення дослідів та виконанні експериментальної частини роботи, статистично опрацювала результати досліджень, підготувала статті до

опублікування, написала дисертаційну роботу. Аналіз результатів експериментальних досліджень, формулювання висновків і пропозицій виробництву проведено за участі наукового керівника. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи оприлюднені на щорічних засіданнях вченої ради Інституту біології тварин НААН (м. Львів, 2014–2016 рр.); XIII–XVI всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих науковців і спеціалістів: «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (м. Львів, 5–6 грудня 2014 р., 3–4 грудня 2015 р., 8–9 грудня 2016 р., 8–9 грудня 2017 р.); міжнародних науково-практичних конференціях «Актуальні проблеми сучасної біології тварин та ветеринарної медицини» (м. Львів, 2–3 жовтня 2015 р., 29–30 вересня 2016 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта Поділля» (м. Кам'янець-Подільський, 14–16 березня 2017 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи й отримані результати досліджень опубліковані в 15 наукових працях, у тому числі 6 статтях (3 – в журналах, 2 – у вісниках, 1 – у бюлетені), з яких 5 – у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 1 стаття одноосібна, патент на корисну модель, методичні рекомендації, 7 тез у збірниках матеріалів наукових конференцій.

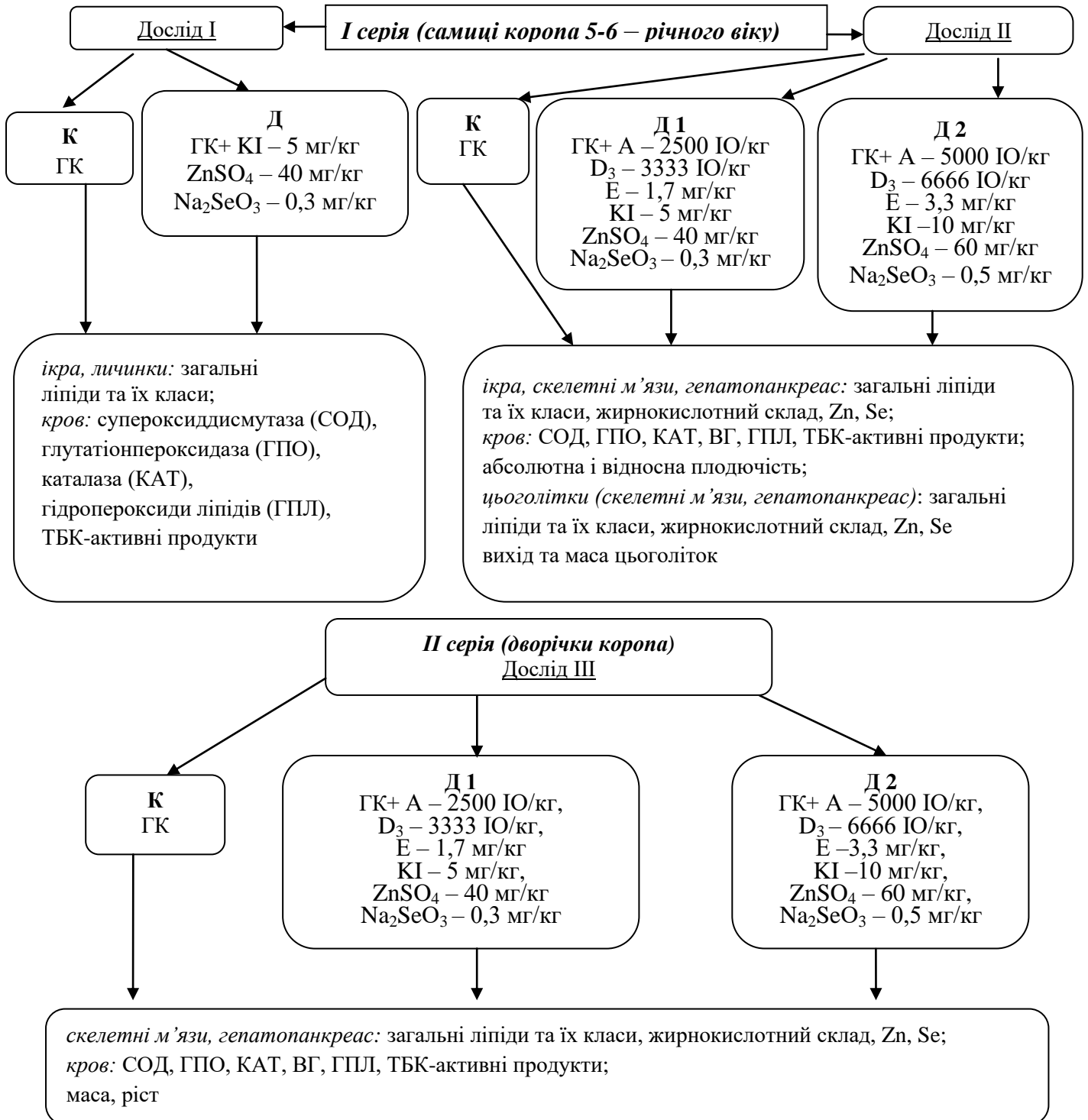
**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу й узагальнення результатів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел літератури. Робота викладена на 146 сторінках комп'ютерного тексту (основна частина — 110 сторінок), містить 28 таблиць, 9 рисунків (22 сторінки), 9 додатків. Список використаних джерел налічує 250 найменувань, із яких 135 латиницею.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Огляд літератури за темою дисертації.** У чотирьох підрозділах огляду літератури наведені дані щодо біологічних особливостей коропів, структурної, метаболічної та регуляторної ролі ліпідів у організмі риб, впливу жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду на ліпідний обмін і антиоксидантну систему в організмі риб.

**Вибір напрямів досліджень, матеріали й методи виконання роботи.** Дисертаційна робота виконана в лабораторії імунології Інституту біології тварин НААН у 2014–2017 рр. Експериментальну частину роботи проведено на базі Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН. За темою дисертаційної роботи здійснено дві серії досліджень (рис. 1).

Першу серію досліджень (Дослід I, II) проводили на самицях коропів масою 4,0–5,0 кг у переднерестовий період (травень–червень). Дослід II включав також проекцію впливу вітамінно-мінеральної добавки на біохімічний статус отриманого від самиць потомства (травень–серпень).



**Рис. 1. Загальна схема досліджень.**

**Примітка.** ГК – гранульований комбікорм; К – контрольна група; Д 1-2 – дослідні групи; ВГ – відновлений глутатіон.

Другу серію досліджень проводили на дворічках коропа масою 400–450 г у кінці вегетаційного періоду (вересень–жовтень – Дослід III). Для досліджень формували групи риб по 10 особин у кожній, яких утримували в системі УЗВ з регульованими гідрохімічними параметрами.

У переднерестовий період проводилась поступова підготовка води до нерестових температур з кроком 0,5–1,0<sup>0</sup>С/добу від 8,0–18<sup>0</sup>С. Відповідно,

кількість заданого корму встановлювали за стандартними в рибицтві параметрами. Переднерестова годівля самиць коропа, що тривала 30 днів, завершилась гормонально-індукованим нерестом. Запліднення ікри здійснювали сухим методом упродовж 60 с, після чого обезклеювали в розчині молока впродовж 45 хв. Інкубацію ікри проводили в апаратах Вейса за температури 21<sup>0</sup>С. Личинки, що вилупилися із лотків переносили в дослідні стави для вирощування цьоголіток.

Матеріалом для проведення біохімічних досліджень слугували кров, яку брали із серця риб за допомогою піпеток Пастера, а після забою – зразки гепатопанкреасу і скелетних м'язів. Зразки для досліджень брали у риб через місяць від початку згодовування вітамінно-мінеральної добавки, у цьоголіток – через два місяці після нересту. У відібраних зразках досліджуваного матеріалу визначали вміст гідропероксидів ліпідів за методом, описаним В. В. Мирончиком (1998), концентрацію ТБК-активних продуктів за Э. Н. Коробейниковой (1989), супероксиддисмутазну активність (ЕС 1.15.1.1) визначали за методикою, описаною Е. Е. Дубининой (1983), глутатіонпероксидазну (ЕС 1.11.1.9) за В. М. Моїном (1986), каталазну (ЕС 1.11.1.6) – М. А. Королюком (1988). Уміст відновленого глутатіону визначали методом, описаним Э. Батлером (1963).

Вміст Селену та Цинку у відібраних зразках визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії (Прайс В., 1975), а вміст загальних ліпідів і їх окремих класів методом, описаним М. Кейтсом (1986). Визначення жирнокислотного складу проводили згідно з ДСТУ ISO 5508-2001 «Жири та олії тваринні й рослинні» на газовому хроматографі 7890 В (Agilent Technologies).

Отримані результати досліджень опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні значення (М), похибки середніх значень ( $\pm m$ ) та вірогідність різниці між середніми величинами (р). Різницю між двома середніми величинами вважали вірогідною за  $p < 0,05$ ;  $0,01$ ;  $0,001$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Вплив Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму самиць коропа у переднерестовий період на активність САЗ в їх організмі, а також показники обміну ліпідів у отриманій від них ікрі та личинках.** Проведені дослідження показали, що згодовування самицям коропа в переднерестовий період комплексу мікроелементів Цинку, Йоду і Селену у складі добавки до комбікорму сприяло зменшенню у крові вмісту продуктів ПОЛ. Зокрема, вміст гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів у плазмі крові риб дослідної групи зменшився відповідно у 2,8 ( $p < 0,001$ ) і 2,5 разу ( $p < 0,001$ ) щодо риб контрольної групи. Ці дані свідчать про інгібуючий вплив добавок мікроелементів на вміст продуктів ПОЛ у організмі риб, зокрема самиць коропа в переднерестовий період, що, ймовірно, зумовлено їх стимулювальною дією на активність ензимів системи антиоксидантного захисту в організмі риб. У еритроцитах крові риб дослідної групи, порівняно з контрольною, зафіксовано



в 1,7 разу ( $p < 0,001$ ) вищу супероксиддисмутазну і в 1,4 разу ( $p < 0,001$ ) каталазну активність.

Виявлене підвищення СОД активності під впливом добавок мікроелементів можна пояснити наявним у мінеральній добавці цинку сульфату. Як відомо, Цинк входить до складу простетичної групи СОД.

Таким чином, отримані результати досліджень свідчать, що додавання до комбікорму самиць коропа у переднерестовий період мінеральної добавки, яка містить Цинк, Селен і Йод сприяє підвищенню антиоксидантного потенціалу їх організму.

Із представлених на рис. 2 даних бачимо, що за згодовування самицям коропа в переднерестовий період добавки, що містить Цинк, Селен і Йод уміст загальних ліпідів у отриманій від них ікрі збільшився у 1,3 разу порівняно з контролем. Ці дані свідчать про позитивний вплив згодовування добавки мікроелементів самицям коропа в переднерестовий період на депонування ліпідів у їх ікрі.

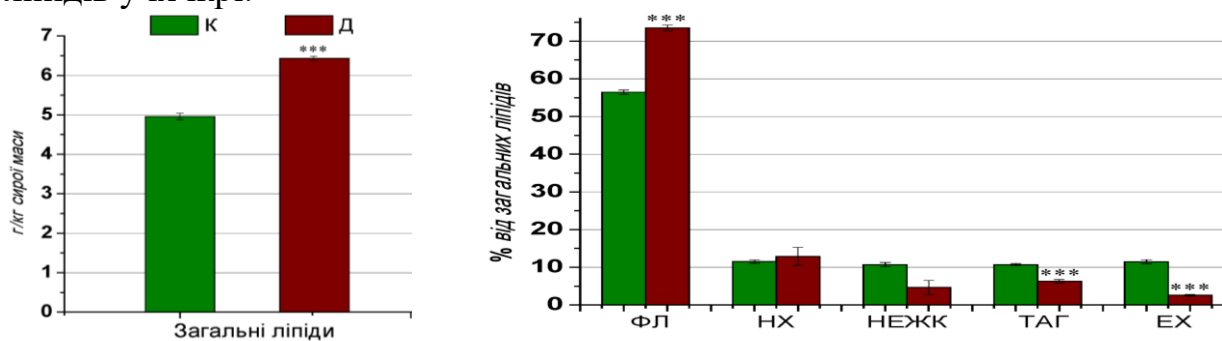


Рис. 2. Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у ікрі, отриманій від самиць коропа, яким у переднерестовий період згодовували добавки Цинку, Селену та Йоду ( $M \pm m$ ,  $n=4$ ).

Примітки: 1 – тут і далі різниці вірогідні порівняно з контрольною групою: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ ; 2 – ФЛ – фосфоліпіди; НХ – неестерифікований холестерол; НЕЖК – неестерифіковані жирні кислоти; ТАГ – триацилгліцероли; ЕХ – естери холестеролу

Під час дослідження співвідношення окремих класів ліпідів зафіксовано значну частку вмісту фосфоліпідів у складі ліпідів ікри. При цьому вміст фосфоліпідів у складі ліпідів ікри, отриманої від риб дослідної групи, на 17 % більший, порівняно з їх вмістом у ікрі, отриманій від риб контрольної групи. Таке збільшення частки фосфоліпідів у складі ліпідів ікри коропів дослідної групи відбувалося при пропорційному зменшенні відносного вмісту триацилгліцеролів у 1,7 разу і, особливо, естерів холестеролу у 4,4 разу щодо контрольної групи. Із огляду на те, що основною функцією естерів холестеролу є транспорт жирних кислот у плазмі крові, таке зменшення їх вмісту в ікрі коропів за згодовування їм добавок комплексу мікроелементів не є таким, що може суттєво вплинути на розвиток ембріона. Це ж стосується і зменшення відносного вмісту триацилгліцеролів. Очевидно, що основну резервну функцію серед ліпідів ікри відіграють фосфоліпіди, а не триацилгліцероли.

Подібні зміни виявлено при дослідженні впливу добавок мікроелементів до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів у личинках,

виведених від цих риб. Зокрема, вміст загальних ліпідів збільшився у 1,5 разу ( $p < 0,01$ ), відносний вміст фосфоліпідів – на 18 % ( $p < 0,001$ ) і неестерифікованого холестеролу – на 6 % ( $p < 0,05$ ) у личинках, отриманих від риб, яким згодовували добавки Йоду, Селену та Цинку. Ці дані свідчать також про позитивний вплив добавок досліджуваних мікроелементів на депонування поживних речовин у ікрі та в отриманих з неї личинках.

Результати досліджень показали, що основним джерелом структурних ліпідів на згадуваній стадії онтогенетичного розвитку риб є фосфоліпіди. Серед інших даних, отриманих у цьому досліді, привертає увагу пропорційне суттєве зменшення відносного вмісту НЕЖК, триацилгліцеролів та естерифікованого холестеролу у личинок дослідної групи щодо контрольної. При цьому відносний вміст НЕЖК під впливом згодовування комплексу мікроелементів зменшився у 4,2 разу, вміст триацилгліцеролів – у 2,1 разу, а вміст естерів холестеролу – відповідно в 4,3 разу. Проте таке зменшення відносного вмісту вказаних класів ліпідів, на наш погляд не може суттєво впливати на розвиток личинки та її збереження, особливо на тлі збільшення загального вмісту ліпідів у личинці за дії добавок комплексу мікроелементів.

**Вміст Цинку та Селену, активність САЗ і показники обміну ліпідів у самиць коропів, а також в одержаній від них ікрі та цьоголітках, за дії різної кількості вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е, Цинку, Селену і Йоду у складі добавки до комбікорму.** Проведені дослідження показали (рис. 3), що згодовування самицям коропа упродовж переднерестового періоду в складі добавки до комбікорму різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е і мікроелементів Цинку, Селену та Йоду зумовлює зростання вмісту Цинку та Селену в їх скелетних м'язах, ікрі та цьоголітках, отриманих від самиць обох дослідних груп, порівняно з контрольною. Проте такі зміни були властиві більшою мірою в особин другої дослідної групи, де риби отримували більше вітамінів і мікроелементів у складі добавки до комбікорму.

При цьому збільшився у 3,7 та 3,8 разу вміст Цинку в ікрі самиць коропа першої і другої дослідних груп відповідно порівняно з контрольною. Це свідчить про ефективність згодовування добавки самицям коропа, адже відомо, що Цинк відіграє важливу роль у розвитку ікри (Товстик В. Ф., 2004).

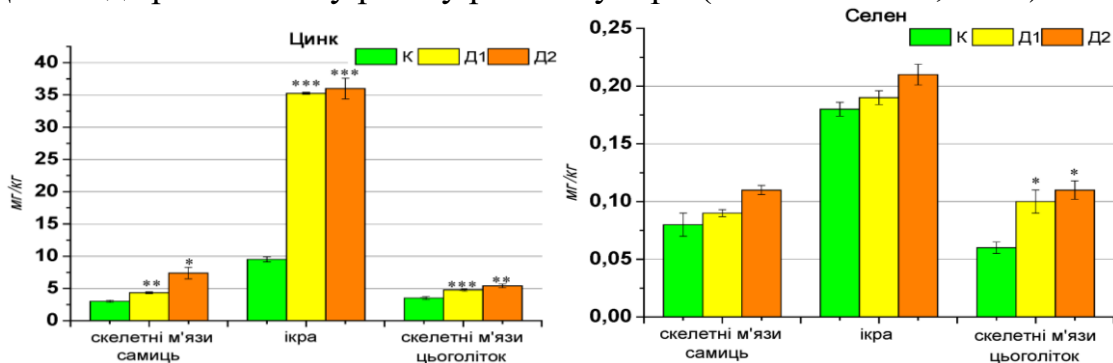


Рис. 3. Вміст Цинку й Селену у скелетних м'язах та ікрі коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки ( $M \pm m$ ,  $n=4$ ).

Подібні зміни, виявлені при дослідженні Селену. Зокрема, його вміст у скелетних м'язах цьоголіток у першій і другій дослідних групах збільшився відповідно в 1,7 та 1,8 разу порівняно з контрольною.

Вміст відновленого глутатіону та каталазна активність у крові самиць коропів першої і другої дослідних груп були відповідно в 1,4 і 2,1 разу ( $p < 0,05$ ) та в 1,7 і 2,2 разу ( $p < 0,05$ ) більші, ніж у контрольній. При цьому зафіксовано тенденцію до підвищення глутатіонпероксидазної активності в еритроцитах крові коропів обох дослідних груп. Натомість супероксиддисмутазна активність у крові самиць коропа дослідних груп була на рівні контрольної.

Одержані результати дають змогу припустити, що за зростання вмісту Цинку та Селену в органах і тканинах коропів згадувані ензими активуються, що свідчить про високий потенціал системи антиоксидантного захисту в крові риб, яким згодовували комбікорм з добавками вітамінів і мікроелементів.

За зростання активності антиоксидантних ензимів змінювався вміст проміжних і кінцевих продуктів ПОЛ у плазмі крові самиць коропа (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст продуктів ПОЛ у плазмі крові самиць коропа за дії вітамінно-мінеральної добавки ( $M \pm m$ ;  $n=4$ )**

Досліджувані показники	Групи риб		
	контрольна	дослідна 1	дослідна 2
Гідропероксиди ліпідів, од. Е 480/мл	1,32±0,01	1,20±0,02**	1,12±0,03**
ТБК-активні продукти, мкмоль/л	2,53±0,06	2,25±0,006**	2,16±0,04**

Зокрема, у плазмі крові самиць коропа обох дослідних груп, порівняно з контрольною, констатовано дозозалежне зниження ( $p < 0,01$ ) вмісту гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів. Ці дані свідчать про інгібуючий вплив додаткового введення вітамінів та мікроелементів до раціону самиць коропа на інтенсивність процесів ПОЛ у їх організмі.

Загалом, результати проведених досліджень показали, що за згодовування самицям коропа жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду у складі добавки до комбікорму збільшується вміст Цинку та Селену в їх організмі, а також у одержаній від них ікрі та у скелетних м'язах цьоголіток. При цьому зі зростанням вмісту вказаних мікроелементів у тканинах самиць коропа підвищувалася активність ензимів САЗ і знижувалася інтенсивність процесів ПОЛ у їх організмі.

Дослідження показали, що згодовування добавки із різним вмістом вітамінів і мікроелементів істотно не впливало на загальну кількість ліпідів у скелетних м'язах самиць коропа, проте спричиняло певні зміни співвідношення їх окремих класів. Так, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб другої дослідної групи був у 1,5 ( $p < 0,001$ ) разу більший, а відносний вміст триацилгліцеролів – у 1,6 ( $p < 0,01$ ) разу менший, ніж у особин контрольної групи. Ці дані свідчать про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на

інтенсивність синтезу структурних ліпідів у скелетних м'язах риб та використання у цих процесах резервних ліпідів.

За згодовування коропам добавки, що містила жиророзчинні вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементи Цинк, Йод і Селен зростав вміст загальних ліпідів у гепатопанкреасі (рис. 4). При цьому у риб, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів, зафіксовано збільшення вмісту загальних ліпідів у 1,5 разу ( $p < 0,01$ ) стосовно контрольної групи. Зміни вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки супроводжувались також змінами співвідношення їх окремих класів. Зокрема, у коропів першої і другої дослідних груп, порівняно з контрольною, зареєстровано дозозалежне зростання відносного вмісту фосфоліпідів відповідно на 14 ( $p < 0,05$ ) та 16 % ( $p < 0,01$ ) й естерів холестеролу на 27 та 48 % ( $p < 0,05$ ) і зменшення відносної кількості триацилгліцеролів на 17 та 22 % ( $p < 0,01$ ). Такі зміни свідчать про зростання частки структурних ліпідів і зменшення частки резервних ліпідів у гепатопанкреасі риб, що можна пов'язати із загальним зростанням інтенсивності метаболізму в організмі коропів за дії досліджуваної вітамінно-мінеральної добавки.

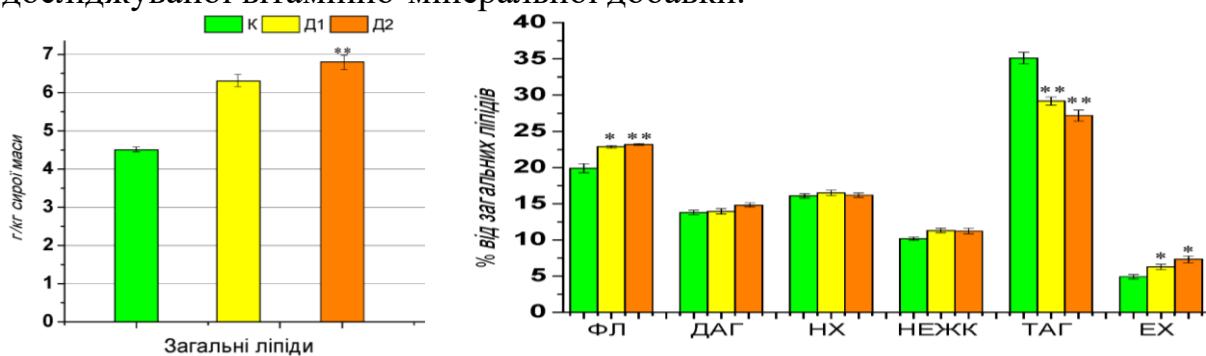


Рис. 4. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у гепатопанкреасі самиць коропа ( $M \pm m$ ;  $n=4$ ).

Встановлено зростання загального вмісту ліпідів в ікрі коропів першої і другої дослідних груп відповідно на 20,5 ( $p < 0,001$ ) і 25,6 % ( $p < 0,001$ ) щодо особин контрольної групи. Ці дані свідчать, що за згодовування рибам вітамінно-мінеральної добавки збільшується відносний вміст загальних ліпідів у ікрі. При цьому таке зростання було виражене більшою мірою у самиць коропа другої дослідної групи, які отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів. Оскільки, як відомо, ліпіди є основним джерелом поживних речовин у ікрі риб (Остроумова І. Н., 2001), ці результати слід вважати такими, що мають важливе практичне значення для подальшого розвитку молодняку коропів. Проте, слід зауважити, що зміни співвідношення окремих класів ліпідів у ікрі самиць коропа дослідних груп, порівняно з контрольною не були вірогідними.

При дослідженні впливу згодовування самицям коропа в переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки з'ясовано, що ця добавка не викликає суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах цьоголіток, отриманих з їх ікри. Водночас привертає увагу виявлене зростання відносного вмісту неестерифікованого холестеролу у риб другої дослідної групи в 1,2 разу

( $p < 0,05$ ) порівняно з контрольною. Результати досліджень ліпідного складу гепатопанкреасу цьоголіток, отриманих від риб, яким згодовували різну кількість вітамінів і мікроелементів, показали, що зміни вмісту загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів були незначними й статистично невірні.

Таким чином, отримані результати дослідження свідчать, що згодовування самицям коропа в переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки, яка містить жиророзчинні вітаміни А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементи Цинк, Селен і Йод, суттєво не впливало на ліпідний склад скелетних м'язів і гепатопанкреасу цьоголіток.

Додавання до комбікорму жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку Селену і Йоду в складі вітамінно-мінеральної добавки впливало на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу самиць коропа. Зокрема, констатовано зменшення загального вмісту насичених у 1,3 разу та поліненасичених у 1,2 разу жирних кислот і зростання вмісту мононенасичених в 1,3 разу жирних кислот у гепатопанкреасі самиць коропа, які отримували комбікорм із більшою кількістю вітамінів та мікроелементів. Збільшення загального вмісту мононенасичених жирних кислот у гепатопанкреасі самиць коропів відбувалося шляхом зростання відносної частки ізомерів олеїнової ( $p < 0,05$ ) та ейкозенової кислот. Аналіз вмісту насичених жирних кислот показав, що за згодовування коропам вітамінно-мінеральної добавки кількість цих кислот зменшувалася (28,1 проти 37,3 %). Зокрема, у гепатопанкреасі самиць другої дослідної групи у 1,5 разу ( $p < 0,05$ ) зменшувався відносний вміст пальмітинової кислоти (16:0). Зниження вмісту поліненасичених жирних кислот зафіксовано у гепатопанкреасі самиць коропів першої і другої дослідних груп. Так, у другій дослідній групі, де риби отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів, знижувався вміст ейкозадієнової – 20:2 ( $p < 0,05$ ), ейкозатрієнової – 20:3 ( $p < 0,01$ ), арахідонової – 20:4 ( $p < 0,01$ ) кислот.

Додавання до раціону риб вітамінів та мікроелементів сприяло зменшенню вмісту насичених і збільшенню вмісту ненасичених (як моно-, так і поліненасичених) жирних кислот у скелетних м'язах самиць коропів. При цьому зменшення вмісту насичених жирних кислот у особин другої дослідної групи відбувалося шляхом зниження відносної частки пальмітинової кислоти ( $p < 0,05$ ). Більша доза жиророзчинних вітамінів та мікроелементів у раціоні самиць коропів другої дослідної групи зумовлювала збільшення вмісту мононенасичених жирних кислот у складі ліпідів скелетних м'язів з 61,4 до 64,7 %. Аналіз даних показав, що зростання вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропа відбувалося за зростання лінолевої (18:2),  $\gamma$ -ліноленої (18:3)  $\omega$ -6 і докозагексаєнової (22:6) кислот.

Загалом отримані результати дослідження свідчать, що згодовування самицям коропа в переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки спричиняло різноспрямований вплив на жирнокислотний склад загальних ліпідів скелетних м'язів і гепатопанкреасу.

За згодовування вітамінно-мінеральної добавки до комбікорму констатовано збільшення загального вмісту насичених і мононенасичених жирних кислот із одночасним зменшенням відносного вмісту поліненасичених жирних кислот у ікрі самиць коропа дослідних груп порівняно з контрольною. Зростання відносного вмісту насичених жирних кислот у складі ліпідів ікри коропів першої і другої дослідних груп відбувалося головним чином за збільшення відповідно вмісту стеаринової в 1,4 ( $p < 0,01$ ) й 1,3 разу ( $p < 0,05$ ) і пальмітинової в 1,2 і 1,1 разу ( $p < 0,05$ ) кислот. При цьому зміни були виражені більшою мірою в ікрі, отриманій від риб, яким згодовували меншу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки. Ці дані свідчать про зростання ступеня насиченості ліпідів ікри за згодовування самицям коропа кормової добавки, що містила жиророзчинні вітаміни та сполуки Йоду, Селену і Цинку. Причинно-наслідкове значення таких змін вимагає подальших досліджень ензиматичних механізмів синтезу насичених жирних кислот у самиць коропа в переднерестовий період.

У експериментах зареєстровано зростання ( $p < 0,01$ ) відносного вмісту мононенасиченої пальмітоолеїнової кислоти у складі ліпідів ікри коропів за дії досліджуваних чинників. При цьому отримано дані про зменшення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів ікри самиць коропа за дії вітамінів і мікроелементів. Зокрема, відносний вміст лінолевої кислоти зменшувався майже в 4 рази – з 10,0 % у контрольній групі до 2,2 ( $p < 0,001$ ) і 2,6 % ( $p < 0,001$ ) відповідно у ліпідах ікри риб першої і другої дослідних груп, а вміст докозагексаєнової кислоти зменшувався у 2,7 разу – з 6,85 до 2,52 ( $p < 0,001$ ) і 2,42 % ( $p < 0,01$ ). Меншою мірою ця тенденція виражена і для докозапентаєнової та ейкозапентаєнової кислот. Зміни вмісту інших поліненасичених жирних кислот, з одного боку, ще менше виражені, а з іншого – мають різноспрямований характер.

**Репродуктивна здатність самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки.** На рис. 5 представлені дані, які характеризують відтворювальну здатність самиць коропа, що в переднерестовий період отримували вітамінно-мінеральну добавку.

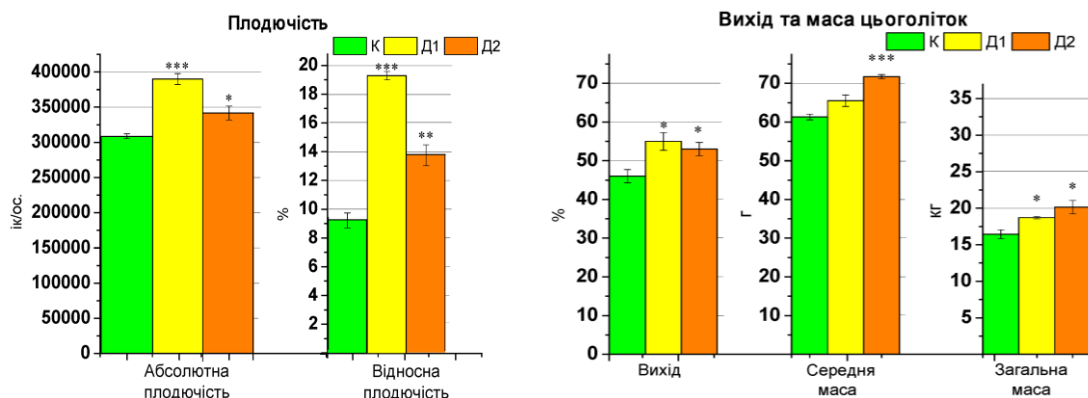


Рис. 5. Показники плодючості та виходу цьоголіток за умов згодовування вітамінно-мінеральної добавки ( $M \pm m$ ;  $n=4$ ).

Як бачимо, всі показники плодючості зросли у риб дослідних груп порівняно з контрольною. Результати досліджень свідчать про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на репродуктивну здатність самиць коропа, а також на показники, які характеризують вихід цьоголіток із отриманої від самиць ікри. Цей вплив був виражений більшою мірою у риб першої дослідної групи, яким у переднерестовий період згодовували добавку з меншою кількістю вітамінів і мікроелементів.

Натомість середня і загальна маса цьоголіток була більшою у риб, отриманих від самиць коропа другої дослідної групи. Ці дані свідчать про більшу ефективність згодовування підвищеної кількості вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е і мікроелементів Йоду, Селену та Цинку на кінцевий вихід цьоголіток.

**Вплив вітамінно-мінеральної добавки на вміст Цинку та Селену, активність САЗ і показники обміну ліпідів у дворічок коропів у кінці вегетаційного періоду та їх ріст.** Проведені дослідження показали, що згодовування дворічкам коропа в кінці вегетаційного періоду вітамінно-мінеральної добавки сприяє накопиченню у скелетних м'язах Цинку та Селену (табл. 2).

Таблиця 2

**Вміст Цинку та Селену у скелетних м'язах дворічок коропа,  
мг/кг (M±m, n=3)**

Група риб		
Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2
Цинк		
3,64±0,05	4,60±0,09***	5,54±0,25**
Селен		
0,04±0,0008	0,05±0,001	0,06±0,002*

Так, у скелетних м'язах риб першої і другої дослідних груп уміст Цинку збільшився відповідно в 1,3 та 1,5 разу, а Селену – в 1,2 і 1,5 разу. Зростання вмісту Цинку та Селену у скелетних м'язах дворічок коропів спричиняло зміни активності ензимів антиоксидантної системи. Зокрема, в крові риб першої і другої дослідних груп, порівняно з контрольною, зареєстровано підвищення відповідно в 2,1 і 2,4 разу ( $p < 0,01$ ) каталазної активності. Водночас зафіксовано тенденцію до підвищення супероксиддисмутазної та глутатіонпероксидазної активності, особливо в особин другої дослідної групи.

За згодовування дворічкам коропа комплексу жиророзчинних вітамінів і мікроелементів у кінці вегетаційного періоду знизилася інтенсивність процесів пероксидації ліпідів у їх організмі. Ці зміни були виражені більшою мірою у крові коропів другої дослідної групи. Так, вміст гідропероксидів ліпідів у плазмі крові коропів, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів на 10 % знизився стосовно контрольної групи. Зменшення вмісту продуктів ПОЛ у плазмі крові дворічок коропа за дії вітамінно-мінерального комплексу ймовірно зумовлене підвищенням активності ензимів системи антиоксидантного захисту в їх організмі. Хоча зниження рівня

продуктів пероксидації ліпідів у крові коропів дослідних груп може бути також зумовлене зростанням активності неензимної ланки антиоксидантного захисту, яку пов'язують із жиророзчинними вітамінами.

Результати проведених досліджень показали, що згодовування коропам дослідних груп у складі раціону вітамінно-мінеральної добавки спричинило дозозалежний вплив на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах (рис. 6). Зокрема, зареєстровано збільшення в 1,5 разу вмісту загальних ліпідів у скелетних м'язах коропів другої дослідної групи порівняно з контрольною.

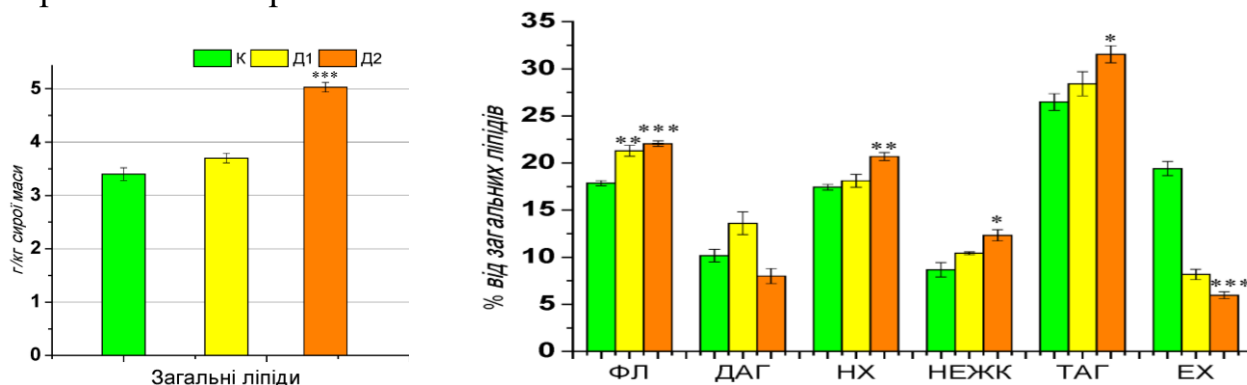


Рис. 6. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах дворічок коропа ( $M \pm m$ ;  $n=4$ ).

Водночас згодовування коропам першої дослідної групи у складі раціону вітамінно-мінеральної добавки, яка містила меншу кількість вітамінів і мікроелементів, істотно не вплинуло на рівень загальних ліпідів у скелетних м'язах коропів. При цьому зафіксовано зміни у вмісті окремих класів ліпідів. Так, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб першої і другої дослідних груп був відповідно на 3,4 і 4,2 % більший, а частка естерів холестеролу в 2,4 і 3,1 разу менша, ніж у контролі. Добавка, що містила більшу кількість вітамінів і мікроелементів, викликала значне збільшення у скелетних м'язах риб частки неестерифікованого холестеролу ( $p < 0,01$ ), НЕЖК і триацилгліцеролів ( $p < 0,05$ ).

Ці дані свідчать про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на інтенсивність синтезу загальних і структурних ліпідів у скелетних м'язах риб. Збільшення частки резервних ліпідів – триацилгліцеролів зумовлене подальшим використанням їх у енергетичних процесах, що особливо важливо у період зимового голодування.

Водночас констатовано значне зростання ( $p < 0,001$ ) вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів. Зміни вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки супроводжувались також змінами співвідношення їх окремих класів, особливо у риб другої дослідної групи. Так, виявлено дозозалежне зростання відносної кількості фосфоліпідів ( $p < 0,001$ ), диацилгліцеролів ( $p < 0,05$ ) та зменшення вмісту неестерифікованого



холестеролу, НЕЖК ( $p < 0,05$ ). Такі зміни свідчать про зростання загальних і частки структурних ліпідів за рахунок використання у цих процесах резервних.

Додаткове згодкування вітамінів і мікроелементів у різній кількості в складі вітамінно-мінеральної добавки зумовлювало зміни жирнокислотного складу ліпідів гепатопанкреасу у риб дослідних груп. Так, у гепатопанкреасі коропів першої і другої дослідних груп зафіксовано тенденцію до зростання вмісту поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів відповідно до 17,5 і 15,5 % проти 14,1 % у риб контрольної групи. Збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот відбувалося головним чином за рахунок докозапентаєнової і докозагексаєнової кислот.

Зростання вмісту поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів дослідних груп, імовірно, зумовлено елонгаційною та десатуруючою дією згодовуваного Цинку у складі добавки на наявні в цьому органі жирні кислоти. Водночас можна вважати, що згодовувана добавка у складі комбікорму збільшує засвоєння жирних кислот із кишечника у кров і тканини риб.

Констатовано зменшення вмісту мононенасичених жирних кислот у гепатопанкреасі коропів першої і другої дослідних груп щодо контрольної – відповідно 52,1 і 48,9 % проти 52,5 %. Зменшення їх вмісту зафіксовано з боку пальмітоолеїнової кислоти ( $p < 0,05$ ). Вказані зміни були виражені більшою мірою в особин першої дослідної групи, де риби отримували меншу кількість вітамінів та мікроелементів.

За додавання до раціону риб комплексу вітамінів і мікроелементів у скелетних м'язах дворічок коропів зростав рівень як насичених, так і поліненасичених жирних кислот. Проте знижувався загальний вміст мононенасичених жирних кислот.

Збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот у скелетних м'язах дворічок коропа відбувалося головним чином завдяки зростанню відносного вмісту лінолевої кислоти. Ці зміни були виражені більшою мірою у риб другої дослідної групи ( $p < 0,05$ ). У скелетних м'язах дворічок коропа за дії вітамінно-мінеральної добавки виявлено тенденцію до зростання відносного вмісту ейкозапентаєнової, докозапентаєнової і докозагексаєнової поліненасичених жирних кислот. При цьому зафіксовано зниження рівня мононенасичених жирних кислот загальних ліпідів у скелетних м'язах коропів першої і другої дослідних груп щодо контрольної (відповідно 45,70 і 45,29 % проти 47,16 %). Вказані зміни спостерігалися за участі міристоолеїнової, олеїнової та ейкозенової жирних кислот.

Результати досліджень показали, що ріст коропів залежав від складу раціону та вмісту в ньому вітамінів і мікроелементів. Так, абсолютний приріст і довжина тіла у коропів першої і другої дослідних груп зросли відповідно на 11,7 ( $p < 0,05$ ) і 10,5 % та 8,6 ( $p < 0,05$ ) і 7,3 %, порівняно з особинами контрольної групи.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що коропи, яким згодовували вітамінно-мінеральну добавку росли краще, ніж риби, що

отримували лише стандартний гранульований комбікорм. При цьому цей вплив був виражений більшою мірою у короїв, яким згодовували меншу кількість вітамінів та мікроелементів у складі вітамінно-мінеральної добавки.

## **ВИСНОВКИ**

У дисертації теоретично обґрунтовано й експериментально розв'язано наукове завдання щодо впливу різної кількості жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду у складі добавки до комбікорму на показники обміну ліпідів і активність системи антиоксидантного захисту, ріст і репродуктивну здатність у самиць коропа в переднерестовий період, одержаної від них ікри, личинок та цьоголіток, а також у дворічок короїв у кінці вегетаційного періоду.

1. За згодовування комплексу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму самицям коропа в переднерестовий період у їх крові зменшувався вміст проміжних і кінцевих продуктів пероксидації ліпідів ( $p < 0,001$ ), підвищувалася в 1,7 разу ( $p < 0,001$ ) супероксиддисмутаза і в 1,4 разу ( $p < 0,001$ ) каталазна активність, збільшувався вміст загальних ліпідів у одержаній від них ікрі ( $p < 0,001$ ) і личинках ( $p < 0,01$ ).

2. За впливу мінеральної добавки констатовано зростання відносної частки фосфоліпідів в ікрі та личинках ( $p < 0,001$ ). При цьому пропорційно зменшувалася частка відносного вмісту триацилгліцеролів ( $p < 0,001$ ) і естерів холестеролу ( $p < 0,05$ ) у ікрі та неестерифікованих жирних кислот, триацилгліцеролів і естерів холестеролу ( $p < 0,001$ ) у личинках.

3. Згодовування самицям коропа в переднерестовий період жиророзчинних вітамінів і мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму сприяло накопиченню Цинку й Селену у скелетних м'язах самиць і цьоголіток та ікрі короїв ( $p < 0,05-0,001$ ), що викликало збільшення ( $p < 0,05$ ) вмісту відновленого глутатіону та підвищення ( $p < 0,05$ ) каталазної активності, а також зменшення вмісту гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів ( $p < 0,01$ ) у крові самиць коропа.

4. Констатовано зростання вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі ( $p < 0,01$ ) та ікрі ( $p < 0,001$ ) самиць короїв за дії вітамінно-мінеральної добавки. Водночас відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риїв, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки до комбікорму, збільшився в 1,5 разу ( $p < 0,001$ ), а відносний вміст триацилгліцеролів зменшився в 1,6 разу ( $p < 0,01$ ) щодо контрольної групи. У гепатопанкреасі самиць коропа ці зміни були виражені більшою мірою, про що свідчить збільшення у риїв обох дослідних груп відносної кількості фосфоліпідів ( $p < 0,01$ ) і відповідне зменшення відносної кількості триацилгліцеролів ( $p < 0,01$ ).

5. Згодовування самицям коропа в переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки не викликало суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах і гепатопанкреасі цьоголіток, отриманих із їх ікри. Водночас збільшувався ( $p < 0,05$ ) відносний вміст неестерифікованого холестеролу у

скелетних м'язах риб, які у складі добавки отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

6. Застосування вітамінно-мінеральної добавки спричиняло зростання ( $p < 0,05 - 0,001$ ) вмісту поліненасичених жирних кислот – лінолевої, ліноленової та докозагексаєнової у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропа та у складі ліпідів гепатопанкреасу цьоголіток коропів, а також зумовлювало зростання вмісту мононенасичених – пальмітоолеїнової ( $p < 0,05 - 0,001$ ) та насичених – пальмітинової ( $p < 0,05$ ) і стеаринової ( $p < 0,01$ ) жирних кислот у складі ліпідів ікри. При цьому виявлено позитивний вплив вітамінно-мінерального комплексу на репродуктивну функцію самиць, зокрема, зростання абсолютної та відносної плодючості ( $p < 0,05 - 0,001$ ).

7. Згодовування вітамінно-мінеральної добавки дворічкам коропа в кінці вегетаційного періоду сприяло накопиченню вмісту Цинку та Селену у скелетних м'язах ( $p < 0,05 - 0,001$ ) обох дослідних груп. При цьому зафіксовано підвищення каталазної активності у крові риб першої і другої дослідних груп відповідно у 2,1 та 2,4 разу ( $p < 0,01$ ) та зниження ( $p < 0,05$ ) вмісту гідропероксидів ліпідів у коропів, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки.

8. Констатовано збільшення ( $p < 0,001$ ) вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах дворічок коропів другої дослідної групи за дії вітамінно-мінеральної добавки. При цьому відзначено дозозалежне зростання відносної кількості фосfolіпідів ( $p < 0,001$ ), диацилгліцеролів ( $p < 0,05$ ) і зменшення естерифікованого холестеролу та НЕЖК ( $p < 0,05$ ). Такі зміни свідчать про зростання загальних і частки структурних ліпідів за рахунок використання у цих процесах резервних.

9. У гепатопанкреасі та скелетних м'язах дворічок коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки зафіксовано тенденцію до підвищення загального вмісту насичених – пальмітинової і стеаринової та поліненасичених – лінолевої ( $p < 0,01$ ) та докозагексаєнової ( $p < 0,05$ ) жирних кислот і зменшення загальної кількості мононенасичених – пальмітоолеїнової ( $p < 0,05$ ) та олеїнової. У коропів, які у складі добавки отримували меншу кількість вітамінів і мікроелементів, зафіксовано вищий на 11,7 % ( $p < 0,05$ ) абсолютний приріст і більшу на 8,6 % довжину тіла.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

З метою підвищення інтенсивності росту коропів, збільшення їх абсолютної плодючості, маси ікри, підвищення виходу та виживання риб рекомендується у переднерестовий період самицям коропа упродовж 30 діб додавати до стандартного комбікорму вітамінно-мінеральну добавку з таким дозуванням: 2500 ІО/кг вітаміну А, 3333 ІО/кг вітаміну D<sub>3</sub>, 1,7/кг мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді відповідно йодистого калію – 5 мг/кг комбікорму, сульфату цинку – 40 мг/кг та селеніту натрію – 0,3 мг/кг.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Вплив добавок йоду, цинку і селену до раціону плідників коропа на активність антиоксидантної системи в їх організмі / К. Б. Смолянінов, О. І. Віщур, **М. Б. Фурманевич**, Л. Л. Юськів, М. І. Рацький, Н. А. Брода, Д. І. Мудрак, Н. П. Олексюк. *Наук.-техн. бюл. ІБТ та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2014. Вип. 15. № 4. С. 87–90. (Дисертантка брала участь у заборі крові риб для досліджень, провела визначення активності ензимів САЗ, опрацювала отримані дані, підготувала статтю до друку).

2. **Фурманевич М. Б.**, Смолянінов К. Б., Віщур О. І. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на вміст ліпідів та співвідношення окремих їх класів в органах і тканинах самиць коропа у переднерестовий період. *Наук. вісн. ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2015. Т. 17. № 3. С. 117–120. (Дисертантка відібрала зразки тканин, здійснила визначення вмісту загальних ліпідів та їх окремих класів, провела аналіз результатів, підготувала статтю до друку).

3. **Фурманевич М. Б.**, Смолянінов К. Б., Томчук В. А. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа на деякі ланки метаболізму ліпідів у їхньому організмі. *Біоресурси і природокористування*. Київ, 2015. Т. 7. № 5–6. С. 20–24. (Дисертантка відібрала зразки тканин, здійснила визначення вмісту загальних ліпідів та їх окремих класів, провела аналіз результатів, підготувала статтю до друку).

4. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів у печінці та скелетних м'язах дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду / **М. Б. Фурманевич**, К. Б. Смолянінов, О. І. Віщур, В. А. Томчук. *Біологія тварин*. Львів, 2016. Т. 18. № 4. С. 113–119. (Дисертантка відібрала зразки тканин, здійснила визначення вмісту загальних ліпідів та їх окремих класів, провела аналіз результатів, підготувала статтю до друку).

5. **Фурманевич М. Б.** Вплив вітамінно-мінеральної добавки в раціоні самиць коропа на їх репродуктивну функцію та вміст ліпідів в отриманій від них ікрі. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. Львів, 2016. Т. 18. № 1(2). С. 160–164.

6. **Фурманевич М. Б.**, Томчук В. А., Віщур О. І. Вплив добавок мікроелементів до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів у отриманій від них ікрі та виведених з неї личинках. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ, 2017. № 2 (66). – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8488/7938>.

(Дисертантка відібрала зразки ікри та личинок, провела визначення у них вмісту загальних ліпідів та їх окремих класів, статистично опрацювала отримані дані, написала статтю).

7. **Фурманевич М. Б.**, Томчук В. А. Спосіб підвищення репродуктивної здатності та корекції метаболізму ліпідів у коропових риб: патент України на корисну модель № 119366. № и 2017 02845; заявл. 27.03.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18. (Дисертантка брала участь у розробленні принципу

корисної моделі, експериментальних дослідженнях, підготовці матеріалів до патентування).

8. Ефективність застосування вітамінно-мінеральної добавки у раціоні коропових риб : науково-практичні рекомендації / Смолянінов К. Б., Масюк М. Б., Руденко О. П., Забитівський Ю. М., Віщур О. І. протокол № 9 від 16.12.2015 р. Львів : ТзОВ «Смарт Систем ЛТД» 2018. 19 с. (*Дисертантка брала участь в аналізі літературних даних та власних досліджень, їх інтерпретації та написанні рекомендації*).

9. Вплив різного рівня вітаміну А у раціоні коропів на деякі ланки метаболізму ліпідів у його організмі / К. Б. Смолянінов, О. І. Віщур, **М. Б. Фурманевич**, В. А. Томчук. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини : матеріали міжнар. наук.-практ конф. (м. Львів, 2–3 жовт. 2014 р.)*. Львів, 2014. С. 207. (*Дисертантка провела визначення вмісту загальних ліпідів та окремих їх класів у досліджуваних зразках, проаналізувала результати й підготувала матеріали до друку*).

10. Смолянінов К. Б., **Фурманевич М. Б.** Вплив добавок Йоду, Цинку і Селену до раціону плідників коропа на активність антиоксидантної системи в їх організмі. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини : матеріали XIII Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Львів, 5–6 груд. 2014 р.)*. Львів, 2014. С. 211. (*Дисертантка провела визначення показників активності ензимів САЗ у крові, проаналізувала результати, підготувала матеріали до друку*).

11. Вплив згодовування добавок мікроелементів до раціону самиць коропа у переднерестовий період на активність антиоксидантної системи у їх організмі / К. Б. Смолянінов, О. І. Віщур, **М. Б. Фурманевич**, О. В. Слипанюк. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 2–3 жовт. 2015 р.)*. Львів, 2015. С. 206. (*Дисертантка брала участь у проведенні експериментальних досліджень, узагальнила й описала дані, написала тези, представила матеріали на конференції у вигляді усної доповіді*).

12. **Фурманевич М. Б.**, Томчук В. А., Віщур О. І. Пероксидні процеси та стан системи антиоксидантного захисту у дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду за дії вітамінно-мінеральної добавки. *Актуальні проблеми сучасної біології, тваринництва та ветеринарної медицини: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Львів, 29–30 верес. 2016 р.)*. Львів, 2016. С. 193. (*Дисертантка брала участь у проведенні експериментальних досліджень, узагальнила й описала дані, представила матеріали на конференції у вигляді тез*).

13. **Фурманевич М. Б.** Вплив жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е та мікроелементів Zn, Se та І в раціоні дворічок коропа на ліпідний склад печінки і скелетних м'язів у кінці вегетаційного періоду. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини: матеріали XV Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Львів, 8–9 груд. 2016 р.)*. Львів, 2016. С. 199.

14. **Фурманевич М. Б.,** Томчук В. А. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа на вміст ліпідів і співвідношення окремих їх класів у скелетних м'язах та печінці виведених від них цьоголіток. *Аграрна наука та освіта Поділля : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кам'янець-Подільський, 14–16 берез. 2017 р.).* Кам'янець-Подільський, 2017. С. 372—374. (Дисертантка провела експериментальні дослідження, статистично опрацювала отримані дані, написала тези).

15. Масюк М. Б. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на жирнокислотний склад ліпідів у отриманій від них ікрі та тканинах виведених з неї цьоголіток. *Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини : матеріали XVI Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Львів, 8–9 грудн. 2017 р.).* Львів, 2017. С. 129.

## АНОТАЦІЇ

**Масюк М. Б. Обмін ліпідів в організмі коропа на різних стадіях розвитку за дії вітамінно-мінеральної добавки. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.04 – біохімія. – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2018.

Дисертаційна робота присвячена вивченню впливу згодовування коропам у переднерестовий та у кінці вегетаційного періодів мікроелементів Цинку, Селену та Йоду й жиророзчинних вітамінів А, D<sub>3</sub>, Е на активність антиоксидантної системи та обмін ліпідів, ріст і репродуктивну здатність.

Констатовано інгібуючу дію вказаних мікроелементів і вітамінів на процеси ПОЛ та стимулювальний – на активність ензимів САЗ у крові самиць коропів у переднерестовий період. При цьому у скелетних м'язах, гепатопанкреасі та ікрі самиць коропів зареєстровано зростання кількості загальних ліпідів і фосфоліпідів та зменшення триацилгліцеролів. Водночас у гепатопанкреасі та скелетних м'язах самиць коропа зменшувався загальний вміст насичених і зростав уміст мононенасичених жирних кислот, а в ікрі збільшувався загальний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот із одночасним зменшенням загального вмісту поліненасичених жирних кислот. Найвищі показники плодючості (абсолютна і відносна) та вихід цьоголіток зафіксовано у риб, які до основного раціону отримували добавку з меншою кількістю вітамінів та мікроелементів.

Доведено, що згодовування вітамінно-мінеральної добавки дворічкам коропа в кінці вегетаційного періоду сприяє збільшенню вмісту Цинку та Селену в їх скелетних м'язах, підвищенню активності ензимів САЗ й зниженню інтенсивності процесів ПОЛ у крові, а також позитивно впливає на їх ріст.

**Ключові слова:** вітаміни, мікроелементи, короп, ікра, личинки, ліпіди, жирні кислоти, пероксидне окиснення ліпідів, система антиоксидантного захисту.

**Масюк М. Б. Обмен липидов в организме карпа на разных стадиях развития за действия витаминно-минеральной добавки. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.04 – биохимия. – Институт биологии животных НААН, Львов, 2018.

Диссертационная работа посвящена изучению влияния скармливания карпам в преднерестовый и в конце вегетационного периодов микроэлементов Цинка, Селена и Йода и жирорастворимых витаминов А, D<sub>3</sub>, Е на активность антиоксидантной системы и обмен липидов, рост и репродуктивную способность.

Констатировано ингибирующее действие указанных микроэлементов и витаминов на процессы ПОЛ и стимулирующее – на активность энзимов САЗ в крови самок карпов в преднерестовый период. При этом в скелетных мышцах, гепатопанкреасе и икре самок карпов отмечен рост количества общих липидов и фосфолипидов и уменьшение триацилглицеролов. В то же время в гепатопанкреасе и скелетных мышцах самок карпа уменьшалось общее содержание насыщенных и возрастало количество мононенасыщенных жирных кислот, а в икре увеличивалось общее содержание насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот с одновременным уменьшением общего содержания полиненасыщенных жирных кислот. Самые высокие показатели плодовитости (абсолютная и относительная) и выход сеголеток зафиксированы у рыб, которые к основному рациону получали добавку с меньшим количеством витаминов и микроэлементов.

Доказано, что скармливание витаминно-минеральной добавки двухлеткам карпа в конце вегетационного периода способствует увеличению содержания Цинка и Селена в скелетных мышцах, повышению активности ферментов САЗ и снижению интенсивности процессов ПОЛ в крови, а также положительно влияет на их рост.

**Ключевые слова:** витамины, микроэлементы, карп, икра, личинки, липиды, жирные кислоты, перекисное окисление липидов, система антиоксидантной защиты.

**Masyuk M. B. Lipid metabolism in carp at different stages of development under the action of vitamin-mineral supplement. – Manuscript.**

Thesis for the degree of candidate of agricultural sciences in specialty 03.00.04 – biochemistry. – Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, 2018.

The dissertation is deals with the study of the influence of feeding the carps in the pre-spawn and at the end of the vegetative periods of growth with trace elements of Zinc, Selenium and Iodine, and fat-soluble vitamins A, D<sub>3</sub>, E on the activity of the antioxidant system and lipid metabolism, growth and reproductive capacity.

In the first series of studies, the effect of feeding carp females in the pre-spawning period by the complex of trace elements Zinc, Selenium and Iodine, separately and with fat-soluble vitamins A, D<sub>3</sub>, E on the activity of the antioxidant

system in their blood and lipid metabolism in tissues, as well as reproductive function, was studied. The inhibitory effect of these trace elements and vitamins on the intensity of lipid peroxidation and their stimulating effect on the enzyme activity of the antioxidant protection system in the blood of fish are stated.

Feeding female carp supplement with a different content of vitamins and trace elements caused an increase in the amount of total lipids in their skeletal muscles, hepatopancreas and spawn. At the same time, an increase in the content of total lipids in skeletal muscle and hepatopancreas of fish was accompanied by changes in the relative content of their individual classes. In particular, a proportional dependence of the growth of the relative amount of phospholipids was noted with a decrease in the relative amount of triacylglycerols. Such changes indicate an increase in the number of structural lipids and a decrease in the number of reserve lipids in fish tissues, possibly due to the intensive synthesis of structural lipids and the use of reserve lipids in these processes.

It was found that due to the feeding of the vitamin-mineral supplement during the pre-spawning period in the hepatopancreas and skeletal muscles of female carp, the total content of saturated fatty acids decreased. In carp spawn, the total content of saturated and monounsaturated fatty acids increased, while the total content of polyunsaturated fatty acids decreased. Analysis of the fatty acid composition of hepatopancreas and skeletal muscle of the year-olds showed a decrease in the total saturated content and an increase in the number of unsaturated (mono- and polyunsaturated) fatty acids in fish hepatopancreas.

In the second series of studies, the effect of feeding two-year-old carp with different amounts of fat-soluble vitamins and microelements included in the vitamin-mineral supplement at the end of the growing season on the activity of their antioxidant system, lipid metabolism and growth was established. An increase in the content of Zinc and Selenium in skeletal muscles, an increase in the activity of antioxidant protection enzymes and a decrease in the intensity of lipid peroxidation in their blood are noted.

Studies of lipid composition of skeletal muscles and hepatopancreas of carp two-years, which were fed the vitamin-mineral supplement, show an increase in the total lipid content. At the same time, changes in the content of individual lipid classes were recorded. Thus, the relative content of phospholipids in the hepatopancreas and skeletal muscle of the fishes of the first and second groups was greater than in the control. An additive containing a large dose of vitamins and trace elements caused a significant increase in the skeletal muscles of fish of the level of unesterified cholesterol, unesterified fatty acids and triacylglycerols.

Feeding the additive of two-year-old carp at the end of the growing season caused growth in the hepatopancreas and skeletal muscles of the total content of saturated and polyunsaturated fatty acids while reducing the concentration of monounsaturated fatty acids.

**Key words:** vitamins, trace elements, carp, spawn, larvae, lipids, fatty acids, lipid peroxidation, antioxidant defense system.