

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАСЮК МАРІЯ БОГДАНІВНА

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

ДИСЕРТАЦІЯ

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

03.00.04 – біохімія
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ М. Б. МАСЮК

Науковий керівник: Томчук Віктор Анатолійович, доктор ветеринарних наук,
професор

ЛЬВІВ – 2018

АНОТАЦІЯ

Масюк М. Б. Обмін ліпідів в організмі коропа на різних стадіях розвитку за дії вітамінно-мінеральної добавки – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.04 «біохімія» – Інститут біології тварин НААН, Львів, 2018.

Експериментальні дослідження проведені в Інституті біології тварин НААН і Львівській дослідній станції Інституту рибного господарства НААН упродовж 2014–2016 рр.

У дисертаційній роботі на першому етапі вивчався вплив добавок до раціону самиць коропів Цинку, Селену та Йоду у переднерестовий період на ліпідну пероксидацію, стан антиоксидантної системи у крові та вміст ліпідів і їх окремих класів в одержаній від них ікрі та личинках. Мета другого етапу роботи полягала у з'ясуванні впливу різних доз вказаних вище мікроелементів і жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е у складі добавки до комбікорму самицям коропів у переднерестовий період на вміст Цинку та Селену в скелетних м'язах та ікрі, стан антиоксидантної системи, ліпідну пероксидацію у крові, показники обміну ліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах самиць, цьоголіток та ікрі. Визначення дії вказаної добавки на відтворювальну здатність самиць коропів. На третьому етапі роботи вивчали вплив різної кількості жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е і мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку і Селену, активність системи антиоксидантного захисту, показники обміну ліпідів в організмі риб та їх продуктивність.

У результаті проведених досліджень з визначення впливу згодування самицям коропів мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у переднерестовий період констатовано інгібуючу дію вказаних мікроелементів на процеси пероксидації ліпідів та стимулювальний їх вплив на активність ензимів антиоксидантної системи захисту у крові риб. Зокрема, активність

супероксиддисмутази в еритроцитах та каталази у плазмі крові риб дослідної групи була відповідно у 1,7 і 1,4 разу вища ($p < 0,001$), порівняно із її активністю у крові самиць коропів контрольної групи. При згодуванні даної мінеральної добавки зафіксовано високий вміст загальних ліпідів – на рівні 4,9–6,4 г/кг сирोї маси в ікрі і значно менший їх вміст на рівні 1,66–2,5 г/кг сирої маси у личинці коропів. При цьому зафіксовано зміни у вмісті окремих класів ліпідів, так відносний вміст фосфоліпідів в ікрі та личинок був більший ніж у контролі ($p < 0,001$), а частка НЕЖК, триацилгліцеролів і ефірів холестеролу пропорційно зменшилася ($p < 0,001$, $p < 0,05$).

Результати досліджень з вивчення впливу згодування різних доз жиророзчинних вітамінів та мікроелементів у складі вітамінно-мінеральної добавки самицям коропів у переднерестовий період показали, що застосування вказаної добавки спричиняло підвищення вмісту Цинку і Селену у скелетних м'язах та ікрі. При цьому підвищувалася каталазна активність та збільшувався вміст відновленого глутатіону, що сприяло зниженню рівня проміжних і кінцевих продуктів пероксидації ліпідів у крові самиць коропів. Такі зміни були виражені більшою мірою у риб другої дослідної групи, де згодовували більшу кількість вітамінів та мікроелементів.

Згодовування добавки самицям коропів у переднерестовий період з різним вмістом вітамінів та мікроелементів викликало зростання кількості загальних ліпідів у скелетних м'язах, гепатопанкреасі та ікрі. При цьому збільшення вмісту загальних ліпідів у скелетних м'язах і гепатопанкреасі риб супроводжувалося змінами відносного вмісту окремих їх класів, зокрема, відзначено пропорційну залежність зростання відносної кількості фосфоліпідів із зменшенням відносної кількості триацилгліцеролів. Такі зміни свідчать, про зростання частки структурних ліпідів і зменшення частки резервних ліпідів у тканинах риб, що можливо пов'язано з інтенсивним синтезом структурних ліпідів риб із використанням у цих процесах резервних ліпідів.

Констатовано, що за рахунок згодування вітамінно-мінеральної добавки уродовж переднерестового періоду у гепатопанкреасі та скелетних м'язах

самиць коропів зменшувався загальний вміст насичених та зростав вміст мононенасичених жирних кислот. В ікрі коропів збільшувався загальний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот з одночасним зниженням загального вмісту поліненасичених жирних кислот. Аналіз вмісту жирнокислотного складу гепатопанкреасу та скелетних м'язів цьоголіток показав, зменшення загального вмісту насичених і зростання вмісту ненасичених (моно- і поліненасичених) жирних кислот у печінці.

У результаті порівняльного дослідження різних доз вітамінів та мікроелементів у складі вітамінно-мінеральної добавки встановлено, що найвищі показники плодючості (абсолютна і відносна) та вихід цьоголіток зафіксовано у риб, які до основного раціону отримували добавку, яка містила 2500 МО вітаміну А, 3333 МО вітаміну D₃, 1,7 мг вітаміну Е, а також мікроелементи Цинк, Селен та Йод у вигляді 5 мг/кг калію йодистого, 40 мг/кг цинку сульфату та 0,3 мг/кг натрію селеніту на кілограм корму. Ці дані свідчать про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на репродуктивну здатність самиць коропа та вихід цьоголіток із отриманої від самиць ікри.

Згодовування дворічкам коропів різних кількостей жиророзчинних вітамінів та мікроелементів, що входили до складу вітамінно-мінеральної добавки у кінці вегетаційного періоду підвищувало вміст Цинку і Селену у скелетних м'язах, що сприяло підвищенню активності ензимів антиоксидантного захисту та викликало зниження інтенсивності процесів пероксидації ліпідів у їх крові. Зниження вмісту продуктів ПОЛ ймовірно обумовлено підвищенням активності ензимів антиоксидантного захисту та зростанням вмісту Цинку і Селену, які входять до складу активних центрів досліджуваних ензимів.

При проведенні досліджень ліпідного складу скелетних м'язів та гепатопанкреасу дворічок коропів, яким згодовували вказану вище вітамінно-мінеральну добавку виявлено зростання загальної кількості ліпідів. При цьому зафіксовано зміни у вмісті окремих класів ліпідів, так відносний вміст фосфоліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах риб першої і другої

дослідних груп був більший, ніж у контролі. Добавка, що містила більшу дозу вітамінів і мікроелементів викликала значне збільшення у скелетних м'язах риб частки вільного холестеролу ($p < 0,01$), неестерифікованих жирних кислот (НЕЖК) і триацилгліцеролів ($p < 0,05$).

Згодування добавки дворічкам коропа у кінці вегетаційного періоду спричиняло зростання у гепатопанкреасі та скелетних м'язах загального вмісту насичених та поліненасичених жирних кислот, водночас знижувалася концентрація мононенасичених.

Загалом результати проведених досліджень свідчать про позитивний вплив згодування жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е і мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму самицям коропів у переднерестовий період та дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду на показники обміну ліпідів, стан системи антиоксидантного захисту, ріст та репродуктивну здатність.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено порівняльні дослідження комплексного впливу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду окремо та разом з вітамінами А, D₃, Е у вигляді добавки до комбікорму самицям коропів у переднерестовий період і дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку і Селену, активність системи антиоксидантного захисту та показники обміну ліпідів в організмі риб. При цьому вперше проаналізовано ліпідний склад ікри та виведеної з неї личинки коропа за дії вітамінно-мінеральної добавки. Доведено, що вказані вітаміни та мікроелементи впливають на жирні кислоти загальних ліпідів гепатопанкреасу, скелетних м'язів та ікри коропів, зокрема викликають збільшення відносного вмісту мононенасичених, особливо їх ізомерів.

Вперше експериментально з'ясовано дію різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму у переднерестовий період на репродуктивну функцію самиць коропів. Розроблено склад та 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 корошових риб» №119366.

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 корошов 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. Гжицького, Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Ключові слова: вітаміни, мікроелементи, короп, ікра, личинки, ліпіди, жирні кислоти, перекисне окиснення ліпідів, антиоксидантна система захисту.

SUMMARY

Masyuk M. B. Lipid metabolism in the carp organism at different stages of development under the action of vitamin and mineral supplements – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a candidate degree in agricultural sciences (doctor of philosophy) in specialty 03.00.04 – «Biochemistry» – Institute of Animal Biology, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 2018.

Experimental researches were conducted at the Institute of Animal Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Lviv Experimental Station of the Institute of Fisheries of the NAAS during 2014-2016.

In the dissertation, at the first stage, the effect of dietary supplements of Zinc, Selenium, and Iodine in carps in the period on lipid peroxidation, the state of the antioxidant system in the blood and the content of lipids and their individual classes in the spawn and larvae derived from them was studied. The purpose of the second

stage of work was to find out the effects of various doses of the abovementioned micronutrients and fat soluble vitamins A, D₃, E as feed additive for the female carp in the pre-spawn period on the content of Zinc and Selenium in skeletal muscle and spawn, the state of the antioxidant system, lipid peroxidation in the blood, lipid metabolism indices in hepatopancreas and skeletal muscle of females, adolescents and spawn. Also the determination of the effect of the specified supplement on the reproductive capacity of carp females is the aim of the study. In the third stage of work, the effect of different amounts of fat-soluble vitamins A, D₃, E and trace elements of Zinc, Selenium and Iodine was studied in as the to two-year-old carp at the end of the vegetative period on the content of Zinc and Selenium, the activity of the antioxidant defense system, lipid metabolism indices in the fish organism and their performance was studied

As a result of studies for elucidation of the effect of feeding Zinc, Selenium and Iodine in pre-spawn period, the inhibitory effect of these trace elements on lipid peroxidation processes and their stimulating effect on the activity of enzymes of the antioxidant system in the blood of fish was established. In particular, the activity of superoxide dismutase in erythrocytes and catalase in blood plasma of the experimental group was 1.7 and 1.4 times higher ($p < 0.001$) in comparison to its activity in the blood of control group of carp females. After utilization of this mineral supplement high total lipids content was discovered – at the level of 4.9–6.4 g/kg of raw mass in spawn and much less content – at the level of 1.66–2.5 g/kg of raw mass in carp larvae. At the same time, changes in the content of certain classes of lipids were discovered, so the relative content of phospholipids in the spawn and larvae was higher than in the control group ($p < 0.001$), and the proportion of NEFA, triacylglycerols and cholesterol esters decreased proportionally ($p < 0.001$, $p < 0.05$).

The results of studies on the effects of feeding different doses of fat-soluble vitamins and trace elements in the vitamin-mineral supplement in the pre-spawn period showed that the use of this additive resulted in an increase in the content of Zinc and Selenium in skeletal muscle and spawn. At the same time, catalase activity increased and the level of reduced glutathione increased, which contributed to

lowering the level of intermediate and end products of lipids peroxidation in the blood of carp females. Such changes were expressed to a greater extent in the fish of the second experimental group, which fed a greater amount of vitamins and trace elements.

Feeding of the supplement to carps in the pre-spawn period with different contents of vitamins and trace elements caused an increase in the number of common lipids in skeletal muscle, hepatopancreas and spawn. At the same time, the 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, the relative dependence of the growth of the content of phospholipids with a decrease in the content of triacylglycerols was noted. Such changes indicate an increase in the proportion of structural lipids and a decrease in the proportion of reserve lipids in fish tissues, which is possibly due to the intensive synthesis of structural lipids of fish using these reserve lipids.

It was stated that the vitamin-mineral supplementation in the pre-spawn period leads to the total content of saturated fatty acid decreased and the content of monounsaturated fatty acids increased in hepatopancreas and skeletal muscle of carp females. In the spawn of carp the total content of saturated and monounsaturated fatty acids increased with a simultaneous decrease in the total content of polyunsaturated fatty acids. An analysis of the fatty acid content of hepatopancreas and skeletal muscle showed a decrease in the total content of saturated and an increase in the content of unsaturated (mono- and polyunsaturated) fatty acids in the liver.

As a result of a comparative study of various doses of vitamins and trace elements it was found that the highest fertility (absolute and relative) and the outcome of these-year carp were discovered in fish that received an additive containing 2500 IU of vitamin A, 3333 IU of vitamin D₃, 1.7 mg of vitamin E, as well as trace elements Zinc, Selenium and Iodine in the form of 5 mg of potassium iodine, 40 mg of zinc sulfate and 0.3 mg of sodium selenite per kilogram of food. These data indicate a positive effect of vitamin and mineral supplements on the reproductive capacity of carp females and the outcome of these-year carp.

Feeding the two-year-old carps of various quantities of fat-soluble vitamins and trace elements as a part of vitamin-mineral supplement at the end of the growing season increased the content of zinc and selenium in skeletal muscle, which contributed to increased activity of enzymes in antioxidant defense and caused a decrease in the intensity of lipid peroxidation in their blood. The decrease in the content of lipid peroxidation products is probably due to increased activity of enzymes with antioxidant defense and an increase in the content of Zinc and Selenium, which are part of the active centers of investigated enzymes.

In the course of studies of the lipid composition of skeletal muscles and hepatopancreas of two-year-old carps fed the above-mentioned vitamin-mineral supplement, an increase in the total content of lipids was observed. In this case, changes in the content of certain classes of lipids were shown, so the relative content of phospholipids in hepatopancreas and skeletal muscle of the fish of the first and second experimental groups was greater than that of the control. An additive containing a large dose of vitamins and trace elements caused a significant increase in the skeletal muscle of fish in the proportion of free cholesterol ($p < 0.01$), unetherified fatty acids (NEFA) and triacylglycerols ($p < 0.05$).

Feeding the two-year-old carp at the end of the growing season has led to an increase in the total content of saturated and polyunsaturated fatty acids in hepatopancreas and skeletal muscles, while the concentration of monounsaturated acids – decreased.

In general, the results of studies indicate a positive effect of feeding fat-soluble vitamins A, D₃, E, and trace elements zinc, selenium and iodine as a feed additive for female carps at the end of the vegetative period on the lipid metabolism indices, the state of the antioxidant defense system, growth and reproductive capacity.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time comparative studies of the influence of the complex of trace elements zinc, selenium and iodine separately and together with vitamins A, D₃, E in the form of an additive to mixed fodder to carp females in the pre-spawn period and two-year-old carp at the end of the vegetative period on the content of zinc and selenium, activity of the antioxidant

defense and lipid metabolism in the body of fish. For the first time, the lipid composition of spawn and larvae derived from it was analyzed for the effects of the complex of vitamins and trace elements. It has been shown that these vitamins and trace elements have an inhibitory effect on lipid peroxidation processes and stimulates the activity of the enzymes of the system of antioxidant protection in the blood of fish. The effect of vitamin-mineral supplements on the fatty acid spectrum of total liver lipids, hepatopancreas and skeletal muscles of females and two-year old carp are analyzed.

For the first time, theoretically and experimentally, the effectiveness of using different amounts of fat-soluble vitamins A, D₃, E and trace elements Zinc, Selenium and Iodine in the composition of vitamin-mineral supplements to feed in the pre-spawn period on the reproductive function of carp females was substantiated. The composition and formulation of a vitamin-mineral supplement for carp females in the pre-spawn period has been developed to increase their reproductive capacity, which is confirmed by the patent for the utility model «A way to increase reproductive capacity and correction of lipid metabolism in carp fish» No. 119366, 2017, Bul. No. 18

The practical value of the results. On the basis of theoretical generalizations and conducted researches, methodical recommendations were prepared and a method of increasing the reproductive capacity and biological value of carp meat through the improvement of its vitamin and micronutrient nutrition was developed. The results of experimental research were implemented in the State Enterprise of the Lviv Research Station of the Institute of Fisheries of the National Academy of Sciences of Ukraine. The materials of the dissertation work are used in the educational process at the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S. Z.Gzhytsky, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

Key words: vitamins, microelements, carp, spawn, larvae, lipids, fatty acids, peroxidation of lipids, antioxidant system.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати 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).

Наукові праці, які засвічують апробацію матеріалів дисертації:

7. 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).*

8. 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).

9. 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).

10. **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).

11. Фурманевич М. Б. Вплив жиророзчинних вітамінів А, D₃, 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.

12. **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).

13. 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.

**Наукові праці, які додатково відображають наукові
результати дисертації:**

14. **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)*.

15. 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 рекомендацій)*.

ЗМІСТ

	с.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	19
ВСТУП.....	20
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1. Структурна, метаболічна і регуляторна роль ліпідів в організмі риб.....	26
1.1.1. Загальна характеристика й особливості метаболізму ліпідів у риб.....	26
1.1.2. Ліпіди і репродуктивна функція у риб.....	30
1.2. Пероксидні процеси та стан антиоксидантної системи в організмі риб.....	35
1.3. Вплив жиророзчинних вітамінів на ліпідний обмін та антиоксидантну систему в організмі риб	37
1.4. Вплив мікроелементів Цинку, Селену та Йоду на обмін ліпідів та антиоксидантну систему.....	43
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Методика та схема проведення дослідів.....	49
2.2. Методи визначення біохімічних показників в організмі коропа.....	55
2.2.1. Визначення вмісту гідропероксидів ліпідів.....	55
2.2.2. Визначення вмісту ТБК-активних продуктів.....	55
2.2.3 Визначення супероксиддисмутазної активності в еритроцитах крові.....	56
2.2.4. Визначення глутатіонпероксидазної активності в еритроцитах крові.....	57
2.2.5. Визначення каталазної активності у крові.....	58
2.2.6. Визначення рівня відновленого глутатіону в еритроцитах.....	58
2.2.7. Визначення ліпідного складу.....	59
2.2.8. Визначення жирнокислотного складу загальних ліпідів тканин.....	60

2.2.9. Підготовка зразків біологічних матеріалів для подальшого визначення вмісту в них мінеральних речовин.....	60
2.3. Метод статистичного аналізу.....	62

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив згодування мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на їх організм, а також в отриманій від них ікрі та личинці.....	63
3.1.1. Вплив добавок Цинку, Селену та Йоду до раціону самиць коропів на вміст у крові продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів системи антиоксидантного захисту.....	63
3.1.2. Вплив добавок Цинку, Селену та Йоду до раціону самиць коропів у переднерестовий період на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у отриманій від них ікрі та личинках	66
3.2. Вплив застосування різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D ₃ , Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на їх організм, а також одержаній від них ікрі та цьоголіток.....	70
3.2.1. Вміст Цинку та Селену, активність системи антиоксидантного захисту й інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у самиць коропів, а також одержаних від них цьоголіток, за дії вітамінів А, D ₃ , Е, Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки.....	70
3.2.2. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст загальних ліпідів та окремих їх класів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі.....	74
3.2.3. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів в їх ікрі.....	77
3.2.4. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі цьоголіток коропа.....	78

3.2.5. Вплив вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів самиць коропів.....	79
3.2.6. Вплив вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період на жирнокислотний склад ліпідів ікри самиць коропів.....	83
3.2.7. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів цьоголіток.....	86
3.2.8. Показники плодючості та виходу цьоголітки за умов згодовування вітамінно-мінеральної добавки з різними кількостями жиророзчинних вітамінів та мікроелементів.....	89
3.3. Вплив застосування різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D ₃ , Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку та Селену, активність антиоксидантної системи та обмін ліпідів	92
3.3.1. Вміст Цинку та Селену, активність системи антиоксидантного захисту й інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у дворічок коропів за дії вітамінів А, D ₃ , Е, Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки.....	92
3.3.2. Вплив застосування жиророзчинних вітамінів А, D ₃ , Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду до раціону дворічок коропів на вміст загальних ліпідів та окремих їх класів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі.....	96
3.3.3. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів дворічок коропа.....	98
3.3.4. Ріст дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду за дії вітамінно-мінеральної добавки.....	103
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	106
ВИСНОВКИ.....	118

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	121
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	126
ДОДАТКИ.....	146

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АОС — антиоксидантна систем

ГПЛ — гідроперекиси ліпідів

ГПО — глутатіонпероксидаза

ЖК — жирні кислоти

Ю – інтернаціональні одиниці

КАТ — каталаза

МДА — малоновий диальдегід

НЕЖК — неестерифікована форма жирних кислот

ПНЖК — поліненасичені жирні кислоти

ПОЛ — пероксидне окиснення ліпідів

СОД — супероксиддисмутаза

ТБК — тіобарбітурова кислота

ТХО — трихлороцтова кислота

NADH — нікотинамінаденіндинуклеотид відновлений

ВСТУП

Актуальність теми. Життєдіяльність, ріст і харчова цінність м'яса ставкових риб, зокрема коропів, значною мірою залежить від забезпечення їх потреби в мікроелементах та вітамінах [6, 8, 28, 70, 237]. Потреба організму в забезпеченні мікроелементами та вітамінами коливається у значних межах, які залежать від низки факторів ендогенного та екзогенного характеру, зокрема живлення, активності кишкової мікрофлори, генетичної детермінації [33, 45, 50]. Забезпечення риб у вітамінах і мікроелементах в основному відбувається за рахунок їх вмісту у природних та штучних кормах, а нестача або надлишок їх в організмі здатні призводити до порушень власного синтезу, синтезу ферментів, обмінних процесів, а також спричиняти низку інших деструктивних змін у різних системах організму [64, 81, 91, 167]. 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, особливо у переднерестовий та в кінці вегетаційного періодів. У літературі наявні поодинокі роботи про вплив окремих жиророзчинних вітамінів і мікроелементів на організм коропа вони є фрагментарні і не розкривають впливу на показники обміну ліпідів, активність антиоксидантної системи, ріст, розвиток та репродуктивну здатність коропів. Актуальність експериментальних досліджень зумовлені широким діапазоном і відсутністю нормативних значень вітамінів і мікроелементів у раціонах коропових риб на відміну від ссавців і, зокрема у зв'язку з фізіологічним станом, пероксидним окисненням ліпідів, активністю антиоксидантної системи захисту і їх вплив на обмін ліпідів та репродуктивну здатність.

У період розмноження коропа вирішальне значення має забезпеченість плідників коропа жиророзчинними вітамінами [6, 30, 31] та мікроелементами: Цинк, Селен та Йод, які сприятимуть не лише активному дозріванню статевих продуктів, а й опосередкованому формуванню ростового потенціалу майбутнього потомства [174, 178].

З огляду на це, важливим питанням є встановлення оптимальних доз жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду для корошових риб у переднерестовий та в кінці вегетаційного періодів, які сприятимуть нормальному функціонуванню організму, дозволять підвищити активність антиоксидантної системи, забезпечити організм енергетичним матеріалом та покращити репродуктивну здатність у самиць коропів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Експериментальна частина виконувалась у лабораторії імунології Інституту біології тварин НААН згідно ПНД №31 “Фізіолого-біохімічні основи резистентності, високої продуктивності тварин і біологічної цінності продукції тваринництва” відповідно із завданням 31.00.03.07 П “Розробити біологічно-активну добавку до раціону плідників коропа з метою підвищення їх репродуктивної здатності” (№ держреєстрації 00111U006135), яку виконували у 2014–2017 рр., де автор вивчала вплив жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинк, Селен та Йод у складі вітамінно-мінеральної добавки, яку згодовували самицям коропів у переднерестовий період і дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду на стан антиоксидантної системи та показники обміну ліпідів, репродуктивну здатність самиць, вихід та ріст цьоголіток.

Мета та завдання дослідження. Мета роботи полягала у з'ясуванні комплексного впливу мікроелементів Цинку, Селену та Йоду окремо та разом з вітамінами А, D₃, 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 їхньому 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 коропів у переднерестовий період на концентрацію у крові продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів системи антиоксидантного захисту, а також на вміст ліпідів та окремих

- їх класів в ікрі та виведених з неї личинках;
- впливу різних доз жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е і мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на вміст ліпідів та співвідношення окремих їх класів, жирнокислотний склад ліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах риб, в їхній ікрі та виведених з неї цьоголіток;
 - впливу вказаної вітамінно-мінеральної добавки на вміст Цинку та Селену у скелетних м'язах та ікрі, рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів антиоксидантної системи у крові самиць коропів та їх репродуктивну здатність;
 - впливу жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону дворічного коропа у кінці вегетаційного періоду на вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів антиоксидантної системи у крові, вміст ліпідів та окремих їх класів, жирнокислотний склад у гепатопанкреасі та скелетних м'язах;
 - вмісту Цинку та Селену у скелетних м'язах дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду за дії вітамінно-мінеральної добавки.

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

Об'єкт дослідження: обмін ліпідів, активність антиоксидантної системи, репродуктивна здатність і ріст коропів за дії різної кількості жиророзчинних вітамінів та мікроелементів Йоду, Цинку та Селену у раціоні.

Предмет дослідження: показники обміну ліпідів у гепатопанкреасі, скелетних м'язах та ікрі коропа, 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, D₃, 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 інгібуючий 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, D₃, 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 та проведених досліджень розроблено спосіб підвищення репродуктивної здатності та якості м'яса коропа шляхом покращення його вітамінного і мікроелементного живлення. Результати експериментальних досліджень упроваджено в господарстві Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН. Матеріали дисертаційної роботи впровадженні у

навчальний процес у Львівському НУВМіБ ім. С.З. Гжицького, 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.

Апробації результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідались 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.);
- міжнародна науково-практична конференція “Аграрна наука та освіта Поділля”(м. Кам’янець-Подільський, 14–16 березня 2017 р).

Публікації за темою дисертації. 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.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Структурна, метаболічна і регуляторна роль ліпідів в організмі риб

1.1.1. Загальна характеристика й особливості метаболізму ліпідів у риб. Ліпіди відіграють дуже важливу роль у життєдіяльності організмів [39, 47, 53, 182]. Це: основні структурні компоненти біомембран [179], переносники низки вітамінів, регулятори транспорту води і солей, імуномодулятори, регулятори активності деяких ферментів, ендогормони, передавачі біологічних сигналів [73, 88, 136, 156].

Дослідження складу і обміну ліпідів, що виконують у живих організмах різноманітні функції, виявило їх значну екологічну варіабельність у представників різних видів тварин [20, 47, 53, 152]. Значної уваги представляє вивчення різних аспектів ліпідного обміну у риб, оскільки ця група нижчих хребетних тварин, що виділяється за видовою різноманітністю і умовами проживання, має, на відміну від ссавців, ряд особливостей у механізмах фізіолого-біохімічної адаптації на рівні ліпідів [182, 184].

Загальний вміст ліпідів, їх жирнокислотний склад і співвідношення окремих класів у тканинах коропа широко коливається залежно від ряду факторів: генотипу, віку, умов вирощування, сезону, рівня годівлі і складу раціону. Найбільше вивчено ліпідний склад залежно від цих факторів у скелетних м'язах коропа, що зумовлено, насамперед, їх впливом на харчову цінність м'яса. Дані ряду авторів свідчать про вплив генетичних факторів, які лежать в основі порідних фізіолого-біохімічних особливостей у коропів, на обмін ліпідів у їхньому організмі [95, 183, 185, 190].

На вміст ліпідів та їх жирнокислотний склад у скелетних м'язах коропа впливають вік і маса тіла [82, 100]. Зокрема є дані про те, що вміст загальних ліпідів у скелетних м'язах цьоголіток і коропів 1-, 2- і 3-річного віку у кінці

вегетативного періоду поступово збільшуються. При цьому, у складі ліпідів у скелетних м'язах коропів зменшується кількість ПНЖК, особливо ПНЖК родини ω -3, і збільшується кількість мононенасичених жирних кислот [42, 50, 84, 95, 117, 173].

Серед ліпідів тканин коропів важливу роль у функціональному плані відіграють фосфоліпіди [190, 200], які містять у своєму складі велику кількість поліненасичених жирних кислот – арахідонової, докозатетраєнової, ейкозапентаєнової, та докозагексаєнової [119, 129, 139]. У зрілому віці в складі загальних ліпідів тканин коропів зростає частка триацилгліцеролів. Це зумовлено збільшенням інтенсивності депонування резервних ліпідів у тілі риб [156]. У ліпідів тканин риб виявлений широкий спектр жирних кислот, зокрема, насичені жирні кислоти з парною та непарною кількістю атомів Карбону у ланцюгу [41, 84, 119, 123], мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти [15, 131, 156]. У невеликій кількості містяться жирні кислоти з розгалуженим карбоновим ланцюгом [161, 173]. Мононенасичені жирні кислоти представлені жирними кислотами родин n-7 (пальмітоолеїною) і n-9 (олеїною, ейкозаєною) [73, 95, 99], а поліненасичені – родин n-3 (ліноленою, ейкозапентаєною, докозатриєною, докозапентаєною, докозагексаєною) і n-6 (лінолевою, ейкозатриєною, ейкозатетраєною–арахідоною, докозатетраєною) [101, 117].

Тканини риб здатні синтезувати *de novo* із ацетату насичені жирні кислоти з парною кількістю атомів Карбону у ланцюгу: капринову (10:0), лауринову (12:0), міристинову (14:0), пальмітинову (16:0), стеаринову (18:0), арахінову (20:0), бегенову (22:0), лігноцеринову (24:0) [143, 173]; із пропіонату – насичені жирні кислоти з непарною кількістю атомів Карбону у ланцюгу: ундеканову (11:0), тридеканову (13:0), пентадеканову (15:0), гептадеканову (17:0), октадеканову (19:0) [182, 184].

Із насичених жирних кислот з парною кількістю атомів Карбону у ланцюгу, в результаті дії, в основному, ацил-КоА Δ^9 -комплексу десатурази, у тканинах риб утворюються, переважно, такі мононенасичені жирні кислоти, як

міристоолеїнова (9–14:1 – ряду n-5), пальмітоолеїнова (9–16:1 – ряду n-7), олеїнова (9–18:1 – ряду n-9), ейкозаєнова (9–20:1 – ряду n-11), докозаєнова (9–22:1 – ряду n-13) [88, 97]. Із насичених жирних кислот з непарною кількістю атомів Карбону у ланцюгу, в результаті дії наведеної вище десатурази, у тканинах риб утворюються переважно такі мононенасичені жирні кислоти, як тридекаєнова (9–13:1 – ряду n-4), пентадекаєнова (9–15:1 – ряду n-6), гептадекаєнова (9–17:1 – ряду n-8) [123].

Основними продуктами синтезу в тканинах організму риб є олеїнова (n-9), в дещо меншій кількості, пальмітоолеїнова (n-7) та міристоолеїнова (n-5) кислоти [142, 156].

Тканини риб здатні синтезувати, в основному, більш довголанцюгові та більш ненасичені жирні кислоти рядів n-9 і, меншою мірою n-7 і n-5, навіть тоді, коли вони не надходять з кормом [161, 185].

Тканини риб не містять ензимів, здатних включати подвійні зв'язки між 10-м атомом Карбону і кінцевою метильною групою [76, 83]. Тому окремі жирні кислоти повинні надходити з кормами, вони мають назву незамінних (есенціальних) жирних кислот – лінолева (родоначальниця більш довголанцюгових і більш ненасичених похідних ряду n-6: 6, 9, 12–18:3 – γ -ліноленова, 8, 11, 14–20:3 – дигомо- γ -ліноленова або ейкозатриєнова, 5, 8, 11, 14–20:4 – ейкозатетраєнова або арахідонова, 7, 10, 13, 16–22:4 – докозатетраєнова та 4, 7, 10, 13, 16–22:5 – докозапентаєнова) [13, 82, 84, 95] та ліноленова (родоначальниця більш довголанцюгових і більш ненасичених жирних кислот ряду n-3: 6, 9, 12, 15–18:4 – тетраоктадієнова, 8, 11, 14, 17–20:4 – ейкозатетраєнова або арахідонова, 5, 8, 11, 14, 17–20:5 – ейкозапентаєнова, 7, 10, 13, 16, 19–22:5 – докозапентаєнова та 4, 7, 10, 13, 16, 19–22:6 – докозагексаєнова) [119, 123]. Незамінні поліненасичені жирні кислоти в організмі риб входять у склад фосфоліпідів [127, 129], котрі є основними структурними елементами клітинних мембран [141, 160]. Типовими зовнішніми ознаками дефіциту незамінних жирних кислот в організмі людини і вищих тварин є: сповільнення росту, дерматити, підвищення втрат води через шкіру,

ослабленість імунної системи, що призводить до виникнення різних патологій, порушення відтворної здатності. У риб зокрема спостерігається зниження запліднюваності ікринок, а також порушення діяльності серцево-судинної системи, які включають ламкість капілярів [53, 60, 68, 131].

Одна з відмінних особливостей метаболізму ліпідів риб полягає в значній амплітуді складу й інтенсивності накопичення ліпідів в їх організмі, що настають як в результат ендогенних змін, так і під впливом умов зовнішнього середовища, що найвиразніше проявляється в річному циклі, під час якого можливий перерозподіл ліпідних запасів між тканинами та органами, зміна інтенсивності, порядку витрачання і накопичення ліпідів залежно від домінуючих у цей період процесів метаболізму

За даними низки авторів, вміст ліпідів, відносний вміст триацилгліцеролів та вміст жирних кислот у ліпідах скелетних м'язів коропів у весняний період значно менший, ніж у інші пори року, особливо у літній період [93, 102, 248]. Це можна пояснити використанням депонованих в них триацилгліцеролів в енергетичних процесах у період зимового голодування [206, 226].

Ненасичені жирні кислоти, внаслідок їх низьких температурних точок плавлення, у складі фосфоліпідів є незамінними для підтримання рідинно-кристалічного стану мембран тканин риб [191, 196].

Ключову роль серед сезонних факторів відіграє температура середовища, яка впливає на рідинний стан клітинних мембран, шляхом регуляції складу фосфоліпідів і їх жирнокислотного складу. Так при зниженні температури води з 30⁰С до 10⁰С у фосфоліпідах (фосфатидилхоліні і фосфатидилетаноламіні) зменшується кількість насичених (пальмітинової, стеаринової) і збільшується кількість мононенасичених (олеїнової) кислот. Крім того, у фосфоліпідах, при цьому, збільшується кількість ейкозенової (гадолеїнової (C_{20:1} ω-9) кислоти [98, 173, 192].

Загалом, у складі всіх згаданих класів фосфоліпідів у зимовий період виявлена більша кількість ПНЖК і менша кількість мононенасичених і насичених жирних кислот. Найбільше змінювався залежно від сезону вміст

докозагексаєнової кислоти у фосфоліпідах головного мозку коропа в зимовий період. Ці зміни забезпечують певний рідинно-кристалічний стан клітинних мембран головного мозку риб при низькій температурі води у зимовий період [184]. Присутність великої кількості ейкозапентаєнової (ω -3) та докозагексаєнової (ω -3) кислот у тканинах риб визначають високу не насиченість фосфоліпідів [160, 183]. Ця властивість фосфоліпідів має життєво важливе значення для риб, оскільки саме вона лежить в основі збереження еластичності клітинних мембран за низьких температур навколишнього середовища [200, 203]. Кислоти родини ω -3 більшою мірою визначають еластичність клітинних мембран, ніж кислоти родини ω -6 і, особливо, ω -9 [41, 84, 101, 213].

Одна із властивостей клітинних мембран риб – здатність зазнавати зворотних термотропних переходів від стану геля, який характеризується високоупорядкованою упаковкою жирнокислотних ланцюгів, до менш упорядкованого рідкокристалічного стану [53, 84]. Слід відмітити, що фізіологічно активні клітинні мембрани переважно знаходяться в рідкокристалічному або змішаному станах [88, 101].

1.1.2. Ліпіди і репродуктивна функція у риб. Ліпіди ооцитів риб забезпечують потреби зародка в структурних компонентах і метаболічній енергії [10, 20, 49]. Дані такого плану одержані, в основному, при дослідженні запліднених і незапліднених ооцитів риб. Встановлено, що загальний вміст ліпідів у ооцитах риб становить від 8 до 32 % з розрахунку на суху масу [73, 91, 97]. Вміст ліпідів в ооцитах риб з розрахунку на сиру масу, залежно від їх виду знаходиться в межах від 2,5 до 10 % [88, 156]. Ооцити прісноводних риб з високим вмістом ліпідів мають високий вміст нейтральних ліпідів, які зберігаються у вигляді великих або дрібних жирових глобул, а ліпіди жовтка багаті на фосфоліпіди [33, 73, 108].

Ліпіди ооцитів прісноводних риб, зокрема, коропа, відрізняються від ооцитів морських риб значно меншим вмістом ω -3 ПНЖК і наявністю в

їхньому складі ω -6 ПНЖК. При цьому вміст ПНЖК обох родин у ліпідах ооцитів коропа зазнає значних змін залежно від сезону. Загальний вміст ліпідів в ооцитах коропа становить 9 % з розрахунку на суху речовину. В їхньому складі виявлено 64,3 % фосфоліпідів, 30,4 % триацилгліцеролів, 5,2 % холестеролу [75, 93, 102]. Серед фосфоліпідів в ооцитах виявлено 68,5 % фосфатидилхоліну, 21,6 % фосфатидилетаноламіну, 10,2 % фосфатидилінозитулу. У фосфоліпідах ооцитів виявлено 27,4 % пальмітинової, 6,5 % стеаринової, 18,9 % олеїнової, 4,6 % пальмітолеїнової, 3,8 % лінолевої, 13,0 % арахідонової, 13,0 % ейкозапентаєнової і докозагексаєнової кислот. У триацилгліцерилах ооцитів, порівняно до фосфоліпідів виявлена значно більша кількість пальмітинової і олеїнової кислот і менша кількість арахідонової, ейкозапентаєнової і докозогексаєнової кислот [100-102, 119, 129].

З високим вмістом арахідонової кислоти в ооцитах прісноводних риб пов'язують розвиток ембріона [31, 38, 49], а з високим вмістом ω -3 ПНЖК в фосфоліпідах ооцитів морських риб – розвиток личинок і їх життєздатність [57, 58]. Загалом, з вмістом ω -3 ПНЖК в ооцитах пов'язують їх запліднюючу здатність [20, 84, 97, 226].

Жирнокислотний склад ооцитів коропа значною мірою залежить від пори року [84, 101]. У літній період ооцити коропа містять значно менше ПНЖК – арахідонової, ейкозапентаєнової і докозагексаєнової кислот, порівняно до їх вмісту в ооцитах коропа в зимовий і весняний період [139, 156, 157]. При цьому в ліпідах ооцитів коропа у літній період виявлено значно менший вміст олеїнової кислоти, ніж у зимовий і весняний періоди [160, 183, 185]. З цих даних випливає, що вміст олеїнової кислоти в ооцитах коропа під впливом сезонних факторів, основним з яких, є температура середовища, змінюється значно менше, ніж у ліпідах тканин коропа. Разом з цим, розглянуті дані свідчать про значне зменшення вмісту ПНЖК у ліпідах ооцитів коропа, порівняно з його тканинами.

Обмін ліпідів в запліднених ооцитах риб. Ліпіди, що містяться в ооцитах риб, використовуються після їх запліднення в розвитку ембріона як джерело метаболічної енергії і як структурні елементи клітин. [73, 173, 196].

Зародки риб, ооцити яких характеризуються високим вмістом фосфоліпідів в основному використовують в енергетичних процесах фосфатидилхолін [31, 49, 82]. При високому вмісті в ооцитах нейтральних ліпідів, ембріони використовують в енергетичних процесах триацилгліцероли, а також ефіри стеролів і восків [190, 196]. Іншою важливою особливістю запліднених ооцитів є консервування або синтез фосфатидилетаноламіну як у багатих на вміст фосфоліпідів ооцитах [200], так і багатих на вміст триацилгліцеролів ооцитах [88, 127]. Це зумовлено зменшенням і нормалізацією відношення фосфатидилхолін : фосфатидилетаноламін в процесі розвитку ембріона. Вільні жирні кислоти, які звільняються в результаті розщеплення триацилгліцеролів і фосфоліпідів використовуються в процесах розвитку ембріона як джерело енергії, або знов реаціюються і зберігаються в ліпідному фонді і використовуються личинками риб у енергетичних процесах. Найбільшою мірою це спостерігається в ооцитах багатих на вміст фосфоліпідів, які розщеплюються протягом розвитку ембріону [184].

Жирнокислотний склад ооцитів риб значно відрізняється залежно від виду, що зумовлено різницями у співвідношенні окремих класів ліпідів, хоча він одночасно більш стабільний ніж жирнокислотний склад ліпідів тканин [173, 205, 206].

Жирнокислотний склад ліпідів ооцитів риб, зокрема вміст ПНЖК в них, значною мірою залежить від жирнокислотного складу ліпідів корму [8, 10, 21, 33]. Цим пояснюється високий вміст ПНЖК ω -3 в ооцитах різних видів морських риб, який становить від 26,4 до 32,7% загальної кількості жирних кислот. Кількість докозагексаєнової кислоти в ліпідах ооцитів більше ніж у два рази перевищує кількість ейкозапентаєнової кислоти, які відіграють важливу роль у розвитку ембріонів і личинок риб [35, 54].

Інші жирні кислоти в ліпідах ооцитів представлені, в основному, пальмітиною (14,4-18,2%), олеїною (21,6-28,8). При цьому, звертає на себе увагу дуже низький вміст в ліпідах ооцитів лінолевої і особливо її похідної арахідонової кислот [194].

Обмін ліпідів у риб у стадію личинки і ранню післяличинкову стадію.

Ліпіди і незамінні жирні кислоти є компонентами репродуктивного процесу в риб, які впливають на плодючість, якість ікри, інкубаційну продуктивність, пігментацію і розвиток личинок [228].

На ранніх стадіях розвитку живі корми найкраще споживаються личинками [3, 14]. Проте, живі корми недостатньо забезпечують потребу личинок у ліпідах і есенціальних жирних кислотах [38, 41, 46].

З результатів ряду досліджень випливає, що є більша потреба личинок у ПНЖК ω -3, ніж у риб на ювенальній і наступних стадіях росту.

Потреба личинок морських риб у докозагексаєновій кислоті більша, ніж потреба у ейкозапентаєновій кислоті [40]. Високий рівень докозагексаєнової кислоти в раціоні личинок сприяє швидкому розвитку нервової і візуальної тканин, які становлять більшу частину маси їх тіла [44, 55]. Проте, докозагексаєнова кислота при високому рівні її споживання рибами, легше піддається пероксидному окисненню, ніж менш ненасичені жирні кислоти [59, 65, 80].

Раннє забезпечення личинок палтуса докозагексаєновою кислотою є есенціальним фактором, який забезпечує пігментацію [91, 105] а у личинок японського палтуса (*Paralichthys olivaceus*) пігментацію викликає арахідонова кислота, що показано її включенням в нейральні тканини [119, 132].

Виявлено позитивний вплив арахідонової кислоти на ріст личинок золотоголового ляща [130, 136], проте високий її рівень (4 % сухої маси артемії) викликає гальмування росту і загибель личинок цього виду риб [149, 175, 177]. Ряд даних свідчить про есенціальність арахідонової кислоти для нормального росту і розвитку личинок морських риб [193, 207, 222, 231].

Обмін ліпідів в організмі риб у ранню ювенальну стадію росту.

Виведені личинки прісноводних і прохідних риб ростуть краще при споживанні ω -3 ВНЖК, ніж при споживанні їх попередника ліноленової кислоти. [195, 198]. Показано також [21, 31, 88], що личинки райдужної форелі не здатні перетворювати ліноленову кислоту в більш ненасичені жирні кислоти. Ці дані свідчать про низьку десатуразну і елонгазну активність у личинок лососевих риб. Личинки телупії здатні перетворювати ліноленову кислоту у докозагексаєнову кислоту [156, 184], що свідчить про видові особливості десатурації ліноленової кислоти у прісноводних риб у личинкову стадію.

У живленні риб у личинкову і ювенальну стадії важливу роль відіграють фосфоліпіди, які є джерелом ПНЖК для личинок риб, емульгаторами жирів, внаслідок чого підвищується їх засвоєння в кишечнику личинок [13, 21, 33]. У ряді робіт показано позитивний вплив фосфоліпідів при додаванні їх до кормів личинок у ранню стадію на їх ріст і виживання [36, 54, 59, 91]. Показано, що ріст личинок значно покращується при використанні в їхньому живленні фосфоліпідів. Було продемонстровано, що личинки морського окуня здатні утилізувати фосфоліпіди, додавання яких до кормів стимулює їх ріст і розвиток [20]. Деякі автори пояснюють це емульгуючими властивостями фосфоліпідів, під впливом яких у кишечнику личинок підвищується засвоєння нейтральних ліпідів. Гістологічні дослідження показали, що акумуляція ліпідів у передній частині кишечника личинок коропа при відсутності фосфоліпідів у раціоні попереджується додаванням до корму фосфатидилхоліну [88, 105, 131]. При цьому, у личинок підвищується об'єм гепатоцитів внаслідок збільшення транспорту ліпідів з кишечника. У фосфоліпідах печінки при збагаченні раціону палтуса збільшується кількість докозагексаєнової кислоти [169, 179]. Крім цього, у печінці личинок збільшується кількість триацилгліцеролів, які є важливим джерелом метаболічної енергії. Фосфатидилінозитол, на відміну від фосфатидилхоліну, меншою мірою стимулює засвоєння триацилгліцеролів у кишечнику личинок [190, 196].

Результати, одержані в дослідях на самицях коропа, які вирощуються в Індії (*Catla catla*) свідчать про важливу роль ω -6 і ω -3 ПНЖК у забезпеченні репродуктивної функції риб та забезпечення високої запліднюючої здатності ооцитів [182, 184]. Автори пояснюють стимулюючий вплив ω -6 ПНЖК на репродуктивну функцію самок риб перетворенням арахідонової кислоти в фолікулах яєчників риб у синтезі простагландинів [129, 131], які відіграють важливу роль у процесах овуляції [58, 75]. При цьому виявлена також висока запліднююча здатність ооцитів, одержаних від самиць коропа, до раціону яких додавали риб'ячий жир. Автори пояснюють це стимулювальним впливом ейкозапентаєнової кислоти на продукцію простагландинів і їх стимулювальним впливом на овуляцію, що показано в дослідях на самицях карася [123, 142].

1.2. Пероксидні процеси та стан антиоксидантної системи в організмі риб

Вільні радикали, або активні форми кисню, утворюються в організмі риб, подібно до вищих тварин, у результаті перебігу аеробних метаболічних процесів [1, 17, 19]. Найбільшою мірою вільні радикали утворюються в мітохондріях клітин [22, 39, 43, 240]. Крім того, великі кількості активних форм кисню утворюються в мікросомах, плазматичній та ядерній мембранах клітин [71, 80, 83, 124]. Шкідлива дія вільних радикалів на клітину проявляється у руйнуванні субклітинних структур, клітинних мембран, інактивації біологічно активних сполук [126, 245].

За участю активних форм кисню проходить окиснення наявних у фосфоліпідах клітинних мембран поліненасичених жирних кислот [15, 48, 65]. На початкових стадіях пероксидного окиснення ліпідів клітинних мембран утворюються дієнові кон'югати поліненасичених жирних кислот [83, 156, 179]. Останні, в свою чергу, взаємодіючи з синглетним киснем, утворюють пероксирадикали поліненасичених жирних кислот [192, 203]. Пероксирадикали поліненасичених жирних кислот є нестабільними сполуками, які розпадаються

з утворенням ТБК- активних продуктів і напівальдегіду карбонової кислоти [1, 7, 224].

Продукти пероксидного окиснення ліпідів здатні руйнувати клітинні мембрани та важливі у функціональному відношенні клітинні біополімери [229, 245, 248]. Це призводить до утворення міжбілкових, міжліпідних і білково-ліпідних зв'язків, які обмежують рухливість поліпептидних ланцюгів [22, 47, 53]. Це, в свою чергу, призводить до зниження активності ензимів клітинних мембран [2, 56, 71]. Основним субстратом для пероксидного окиснення ліпідів є поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які, у той же час, є необхідними для оптимального росту та розвитку риб. Відомо, що вміст поліненасичених жирних кислот у фосфоліпідах клітинних мембран тканин риб є вищим, ніж у ссавців [88], внаслідок чого деструктивний вплив процесів пероксидного окиснення ліпідів в організмі риб проявляється більшою мірою, ніж в організмі ссавців [76, 83, 86, 89].

Для захисту організму від пошкоджуючої дії продуктів ПОЛ існують специфічні механізми, які мають назву «антиоксидантна система захисту» (АСЗ). Її роль полягає у регуляції інтенсивності утворення вільних радикалів та у знешкодженні продуктів пероксидного окиснення ліпідів. Роль антиоксидантної системи полягає також у підтриманні балансу між радикалоутворенням та потребами організму [2, 120, 124-126]. Система антиоксидантного захисту функціонує у крові, органах і тканинах організму риб [19, 56, 67]. Нестача речовин з антиоксидантними властивостями в раціоні риб, або недостатньо висока активність антиоксидантних ензимів в їх організмі призводять до посилення інтенсивності процесів пероксидного окиснення ліпідів [71, 80, 89, 151].

Як і у всіх тварин, антиоксидантна система в організмі риб включає ензимну та неензимну ланки захисту від деструктивної дії вільних радикалів. До ензимної ланки належать супероксиддисмутаза (СОД), каталаза та ензими глутатіонового ряду: глутатіонпероксидаза (ГПО), глутатіонредуктаза і глутатіонтрансфераза, до неензимної — жиророзчинні (вітаміни А, Е і К,

каротиноїди, стерини, убіхінон) та водорозчинні (глутатіон та інші тіолові сполуки, вітаміни С, В₆, РР, біогенні аміни) сполуки [2, 7, 45, 124, 126].

Супероксиддисмутаза знешкоджує супероксидні аніон-радикали, перетворюючи їх у менш токсичні форми — пероксид водню та воду. Далі каталаза розщеплює Н₂О₂ до води та кисню, а глутатіонпероксидаза відновлює органічні гідропероксиди та пероксид водню до гідроксипохідних органічних сполук і води [86, 89]. У риб активність каталази є істотно вищою, ніж в наземних тварин [120].

1.3. Вплив жиророзчинних вітамінів на обмін ліпідів та антиоксидантну систему в організмі тварин і риб

У порівнянні з основними поживними речовинами — білками, жирами, вуглеводами і мінеральними солями, вітаміни необхідні організму в дуже незначних кількостях — лише декілька сотих доль міліграма на добу. Проте навіть в такій малій дозі вітаміни позитивно впливають на обмін речовин, стимулюють правильний ріст та розмноження [8, 9, 28]. Вітаміни володіють властивістю підвищувати інтенсивність всіх фізіологічних процесів в організмі, захищають його від негативних впливів зовнішнього середовища, посилюють стійкість до захворювань [37, 69, 70, 225]. Відсутність або нестача вітамінів в організмі призводить до порушення багатьох важливих функцій [132, 158, 198]. Потреба риб у вітамінах в основному забезпечується за рахунок їх вмісту у природних та штучних кормах, а нестача або надлишок їх в організмі здатні призводити до порушень власного синтезу, синтезу ферментів, обмінних процесів, а також спричиняти низку інших деструктивних змін у різних системах організму [37, 48].

Вплив вітамінів на обмін ліпідів. Встановлено, що жиророзчинні вітаміни А, D₃ і Е відіграють важливу роль у обміні ліпідів [8, 34, 69]. Відомо, що фосфоліпіди є основними компонентами клітинних мембран. Зазначено, що фосфатидна кислота, яка є попередником як у синтезі фосфоліпідів, так і

триацилгліцеридів синтезується під впливом гліцерол-3-фосфат-ацилтрансферази, яка для синтезу ацил-КоА використовує переважно насичені жирні кислоти, зокрема пальмітинову та ненасичені жирні кислоти, зокрема олеїнову [182, 191, 200]. Встановлено, що жиророзчинні вітаміни А і Е впливають на активність $\Delta 9$ -десатурази (стеароїл-КоА десатурази), що каталізує синтез моноєнових кислот, де основним продуктом каталізу цього ферменту є олеїнова кислота, яка, в свою чергу, є основним компонентом тріацилгліцеролів та входить до складу фосфоліпідів і естерів холестеролу [138, 145, 152], а також впливають на стимуляцію активності $\Delta 6$ - і $\Delta 5$ -десатураз, які каталізують біосинтез поліненасичених жирних кислот та включаючись у фосфоліпідви визначають проникність клітинних мембран [173, 249]. Показано також, що ретинол стимулює використання пальмітинової кислоти та регулює окисно-відновні процеси, в свою чергу α -токоферол ефективно взаємодіє із поліненасиченими жирними кислотами у складі фосфоліпідів клітинних мембран, що регулює проникність клітинних мембран та процеси пероксидного окиснення ліпідів. Зокрема, дані літературних джерел показують, що при нестачі вітаміну А в організмі щурів спостерігається зменшення вмісту фосфоліпідів [170, 225, 229]. Зміни у ліпідному обміні, за даними літературних джерел, пояснюються впливом вказаних жиророзчинних вітамінів на різні ланки обміну речовин [37, 60, 68, 69]. Зокрема встановлено, що вітамін А сприяє утворенню глобулярних структур мембран, стимулює процеси біосинтезу стероїдів, глікопротеїнів і процеси транскрипції [70, 72, 81]. Відомо, що вітамін Е, поряд із різнобічним впливом на перебіг біохімічних процесів, ефективно регулює окремі ланки ліпідного обміну в організмі тварин і риб, що у свою чергу, позитивно відображається як на загальнофізіологічному стані організму, так і на репродуктивних функціях [28, 209, 224, 235]. Одним із чинників, що ефективно впливає на процеси обміну ліпідів, шляхом структуризації бішару клітинних мембран та регуляції процесів ПОЛ, є α -токоферол [48, 132, 147]. α -Токоферол впливає на збільшення вмісту фосфоліпідів, що корелює зі зменшенням вмісту холестеролу та підвищенням

активності антиоксидантної системи у структурі клітинних мембран [170, 176, 151].

Вітамін D₃, у свою чергу, регулює кальцієво-фосфорний обмін та стимулює Ca²⁺ залежні процеси [70, 80, 121, 128]. Вітамін D і 1,25(OH)₂D₃ проявляє різнобічний вплив на обмін ліпідів у організмі тварин і риб [116, 144, 165]. Зокрема, при додаванні до раціону телят у молочний період живлення вітаміну D₃ в дозі 500 і 1500 ІО на кілограм живої маси в скелетних м'язах *in vitro* дозозалежно підвищується інтенсивність синтезу ліпідів при використанні як попередників (6-14 С) глюкози, (1-14 С) оцтової і (1-14 С) пальмітинової кислот. Під впливом вітаміну D₃ у складі загальних ліпідів крові у телят зростала частка поліненасичених жирних кислот – лінолевої, арахідонової, докозапентаєнової і докозагексаєнової, які відіграють ряд важливих функцій у клітині, в тому числі регуляторну [37, 69].

Вплив вітамінів на пероксидні процеси та антиоксидантну систему захисту. Вітамін А відноситься до жиророзчинних вітамінів, які добре взаємодіють із гідрофобними розчинниками [6, 28, 148, 158]. Завдяки наявності в структурі молекул довгих вуглеводневих радикалів, більшість із цих вітамінів є структурними компонентами біомембран, у складі яких вони виконують специфічні біологічні функції, зокрема є потужними біоантиоксидантами [210, 221, 231].

Вітамін А поступає в організм тварин, головним чином, у двох основних формах: у вигляді попередника β-каротину і безпосередньо вітамін А у різних формах, найчастіше ефірній [69, 72, 87]. На запаси вітаміну А в органі впливає вміст його і попередників у раціоні тварин, їх стать, вік, рівень продуктивності [87, 140].

Відомо, що завдяки наявності у молекулі вітаміну А ланцюга зі спряженою системою подвійних зв'язків ізопреноїдного типу, він може проявляти антиоксидантні властивості [148, 198, 210]. Вітамін А знижує інтенсивність процесів ПОЛ в ізольованих мікросомах і мітохондріях печінки та нирок щурів [9, 90, 132]. Антиоксидантну дію вітаміну А пояснюють

здатністю його спиртової форми знешкоджувати синглетний кисень [39, 71] та здатністю ретиноєвої кислоти збільшувати експресію генів і підвищувати активність антиоксидантних ензимів [81, 83].

Вплив вітаміну А на процеси пероксидного окиснення ліпідів в організмі тварин може здійснюватися опосередковано через активацію Δ^6 -десатурази [89, 138]. Було встановлено, що у мікросомах печінки щурів, яким до раціону додатково вводили 13-цис-ретиноєву кислоту, підвищувалася активність Δ^6 -десатурази [145, 148]. Це призводило до збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот, які є основними субстратами пероксидного окиснення, та зменшення вмісту насичених жирних кислот [170, 203]. Все це може бути причиною посилення процесів ліпопероксидації в умовах введення вітаміну А [198, 221].

З іншого боку, ретиноїди проявляють антиоксидантні властивості завдяки своїй здатності знешкоджувати вільні радикали [45, 62, 133]. Встановлено, що обидві форми вітаміну А – повністю транс-ретиноєва кислота та її синтетичний аналог 13-цис-ретиноєва кислота здатні захищати організм від пошкоджень вільними радикалами [140, 153]. 13-цис-ретиноєва кислота проявляє антиоксидантні властивості через інгібування процесів ПОЛ шляхом реакції з пероксидними радикалами жирних кислот. У результаті цього ретиноєва кислота перетворюється у пероксидний радикал, таким чином зупиняючи ланцюгову реакцію [126, 158].

Важливу і специфічну дію в органах і тканинах тварин та риб виявляють вітаміни групи D і токофероли [122, 128, 146, 158]. Зокрема показано, що інкубація еритроцитів із вітаміном D₂ супроводжується накопиченням в їхніх мембранах продуктів пероксидного окислення ліпідів та пригніченням АТР-азної активності, що може бути наслідком пероксидації ненасичених жирних кислот еритроцитарної мембрани, а також окисленням SH-груп, які відіграють важливу роль у підтримці функціональної активності цієї ензиматичної системи [165, 194]. Крім цього, існує припущення, що вітаміни групи D є ініціаторами пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) клітинних мембран, що у свою чергу,

потребує застосування антиоксидантів, основним з яких є α -токоферол, котрий за рахунок протекторної та мембраностабілізуючої дії забезпечує оптимальні умови перебігу метаболічних процесів в організмі тварин і риб [2, 17, 45].

Вітамін Е є головним жиророзчинним антиоксидантом в організмі [6, 18, 30, 48, 57, 62], донатором водневих атомів та відіграє важливу роль в обміні Селену [72, 76, 107]. Він запобігає аутоокисленню ліпідів мембран, тому що його молекули локалізуються у внутрішніх мембранах мітохондрій. Його дія зумовлена локалізацією у фосфоліпідних шарах клітинних мембран, де проявляє контакт з поліненасиченими жирними кислотами, захищаючи їх від шкідливої дії вільних радикалів [126]. Біохімічна роль вітаміну Е полягає в обриванні ланцюгової реакції ПОЛ та захисті ліпідів, особливо поліненасичених жирних кислот у клітинних мембранах, від окиснення вільними радикалами [145, 158, 250]. Найвищою антиоксидантною активністю характеризуються α - та γ -токоферолі, при цьому α -токоферол проявляє вищу антирадикальну активність, а для γ -токоферолу вищою є антиоксидантна активність [151].

Вплив вітамінів на репродуктивну та продуктивну здатність у риб. Підвищення репродуктивної здатності ставкових риб належить до найбільш актуальних завдань рибогосподарської науки [6, 21, 31, 35]. Важливим у цьому аспекті є стимулювання репродуктивної функції самиць коропа у переднерестовій період, метою чого є підвищення таких показників, як плодючість, вихід личинки і цьоголітки, підвищення інтенсивності її росту, розвитку та резистентності до захворювань. Період розмноження коропа часто є критичним, тому у цей час багато чинників довкілля стають лімітуючими [36, 50, 54, 59].

Період превітелогенезу, який характеризується початковими фазами протоплазматичного розвитку ооцитів, і охоплює I та II стадію розвитку гамет, зумовлює тривалість дозрівання коропа. Відповідно, якість проходження фізіолого-біохімічних процесів тісно залежить від умов забезпечення організму плідників риб структурними та енергетичними елементами [73]. Відомо, що

життєстійкість ембріонів та майбутніх личинок тісно корелює з якістю овульованої ікри, що значною мірою залежить від кількісного та якісного складу у ній амінокислот та вітамінів [21, 35, 54].

Вітчизняними та зарубіжними дослідниками проведено низку досліджень, щодо застосування в годівлі вітамінів та мікроелементів з метою покращення продуктивних характеристик риб та оцінки стану їх організму. Вітамін А вводять до раціону плідників риб, оскільки він необхідний як для нормального розвитку гонад, так і для постембріонального розвитку личинок риб [37, 69, 73]. Цей вітамін здійснює вагомий вплив на розвиток кісткової та хрящової тканини риб [57, 64]. Його достатня кількість також посилює опірність організму плідників коропа до оксидативного стресу, підвищує бактерицидну і лізоцимну активність сироватки крові [195, 197, 208].

Вітамін D бере участь у регулюванні відтворювальної функції тварин і риб. Інтенсивність обміну Са і Р в організмі самок різко підвищується в період вагітності, особливо наприкінці її. Це обумовлено використанням Са і Р плодом у розвитку скелету [8, 40, 233].

Вітамін Е відіграє важливу роль у функціонуванні відтворювальної системи самців та самок тварин [28, 48, 62]. В організмі риб токоферол стимулює розвиток зародків після запліднення ікри, а дефіцит його призводить до складних порушень репродуктивної функції, зокрема спостерігаються порушення сперматогенезу, погіршення прикріплення зиготи та розсмоктування ембріонів. При вивченні ролі вітаміну Е у забезпеченні функції відтворення у тварин виявлена його взаємодія з мікроелементом Селеном, який проявляє синергічну дію з токоферолом при стимуляції статевої функції [48, 70, 198].

При нормуванні вітамінного живлення коропів слід враховувати, що норми можуть бути мінімальними, тобто вказувати кількість вітаміну, яка необхідна для підтримання фізіологічних функцій організму; максимальними – кількість, яка забезпечує максимальну продуктивність; та оптимальними, тобто найбільш рентабельними [8, 38, 50, 81, 96].

Потреба риб у вітамінах залежить від багатьох чинників — виду і віку риб, етапу життєвого циклу (личинка, молодь, плідники у період дозрівання гонад і нересту), температури води, складу кормів [6]. Потреба коропів у жиророзчинних вітамінах згідно норм США (NRC 1993) складає 1000-2000 ІО/кг сухої речовини корму вітаміну А, 2000-3000 вітаміну D, 30-50 вітаміну Е [69].

1.4. Вплив мікроелементів Цинку, Селену та Йоду на обмін ліпідів та антиоксидантну систему

Мікроелементи містяться в організмі риб в мінімальних кількостях [11, 12, 78, 115, 130], проте вони відіграють важливу роль у процесах росту, розвитку, регуляції функцій дихання, кровотворення, розмноження та ін. Мікроелементи беруть участь у формуванні кістяку, підтриманні осмотичного тиску та кислотно-лужної рівноваги, активують ферментну та гормональну функції [174, 178]. Роль мікроелементів в організмі риб подібна до їх ролі в інших живих організмів [44, 63].

Вплив мікроелементів на обмін ліпідів у коропа. Цинк у невеликих кількостях є незамінним у раціонах для коропів [115, 162, 180, 230, 238]. Від цього мінерального елемента в тканинах коропів залежить активність цілої низки ферментів білкового, ліпідного та вуглеводного обмінів [58, 63, 78, 82]. Він суттєво впливає на обмінні процеси жирних кислот [97]. Це пов'язано з тим, що Цинк активує 2-, 3-, 4- та 5-ту десатурази, які несуть відповідальність за кількість подвійних зв'язків у молекулі поліненасичених жирних кислот [207, 223, 229, 247].

Важлива роль Селену в організмі риб [28, 63, 115] зумовлена його багатостороннім впливом на обмін речовин і фізіологічні функції. Зокрема, Селен включається в пуринові і піримідинові основи нуклеїнових кислот, бере участь у синтезі простагландинів і незамінних жирних кислот, а також в імунних реакціях [85, 130, 149].

Йод відіграє важливу роль у життєдіяльності живих організмів [28, 109], що зумовлено його центральним положенням у забезпеченні функції щитоподібної залози: йод входить до складу тиреоїдних гормонів – тироксину і трийодтироніну [92, 134, 167].

Під впливом тиреоїдних гормонів посилюється ліполіз у жировій тканині тварин внаслідок підвищення активності гормончутливої ліпази (триацилгліцеролліпази). Це призводить до окиснення жирних кислот і утворення АТФ, який використовується в термогенезі [214]. Крім того, тиреоїдині гормони стимулюють ліпогенез у печінці і жировій тканині, що приводить до накопичення триацилгліцеролів, які використовуються в процесах термогенезу і інших енергозалежних процесах [134, 178].

Вплив мікроелементів на пероксидні процеси та антиоксидантну систему захисту у риб. У формуванні антиоксидантного ефекту у тварин, а також риб важливе значення належить мікроелементам. Вони є ефективними природними антиоксидантами, які здатні підтримувати рівновагу окисно-відновних реакцій в організмі тварин [124, 197].

Цинк є хімічним елементом із змінною валентністю [115, 172]. Тим самим, він здатний ініціювати реакції вільнорадикального окиснення ліпідів біомембран і впливати на активність ензимів антиоксидантної системи [178, 180]. Тобто, він впливає на прооксидантно-антиоксидантну рівновагу організму: на інтенсивність процесу пероксидного окиснення ліпідів, шляхом віддачі електронів; на стан системи антиоксидантного захисту, змінюючи інтенсивність синтезу ензимів антиоксидантного захисту [188, 197].

У тваринництві та рибництві Цинк використовують як кормову добавку, здатну впливати на функціональний стан системи АОЗ та інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів [26].

Селен – незамінний мікроелемент, необхідний для нормальної життєдіяльності організму тварин [28, 44, 62, 66]. Він входить до складу багатьох білків та ферментів, зокрема пероксидаз, а також діє у вигляді вільного іона. Селен стимулює перетворення метіоніну в цистеїн, а також

синтез глутатіону та деяких гормонів, забезпечує рухливість сперматозоїдів, є активним імуномодулятором. Антиоксидантна активність лежить в основі його кардіо- та гепатозахисної дії [67, 76, 115]. У малих та середніх дозах цей мікроелемент здійснює ефективний антиоксидантний захист мітохондрій [130, 149]. У складі глутатіонпероксидази власна антиоксидантна активність Селену значно зростає. Також Селен бере участь у забезпеченні клітинного та гуморального імунітету [72, 174, 237]. Завдяки вищепереліченим властивостям Селен ефективний при багатьох фізіологічних та патологічних станах, які супроводжуються підвищеною продукцією вільних радикалів, а також інших активних форм кисню. Дефіцит Селену, спричинений низьким вмістом його у раціоні, призводить до порушень оптимальної життєдіяльності організму, що супроводжується зниженням активності глутатіонпероксидази, активацією процесів ліпопероксидації, розвитком оксидативного стресу [107].

В організмі риб, так само як і ссавців, важливу роль відіграє Йод [37, 52, 214]. Забезпечення потреби ставових риб у Йоді здійснюється, з одного боку, за рахунок його вмісту в кормах і добавок до комбікорму, а з іншого – поглинанням Йоду з води водою крізь зябра і шкіру [134].

Вплив мікроелементів на репродуктивну та продуктивну здатність риб. Однією з головних завдань галузі рибництва є підвищення рівня продуктивності риб [9, 10, 31, 35]. Одним з чинників розкриття генетичного потенціалу продуктивності тварин є їх живлення. Повноцінна годівля полягає в забезпеченні раціонів тварин згідно деталізованих норм годівлі усіма необхідними біологічно активними речовинами, в тому числі дефіцитними мікроелементами [23, 33, 36, 38]. Адже існує тісний регуляторний і структурний зв'язок мікроелементів з обмінами білків, ліпідів, вітамінів, тканинним диханням, системи кровотворення, відтворення, захисту тощо. Дефіцит у раціонах тварин тих чи інших мікроелементів спричиняє розвиток багатьох захворювань, і, передусім, мікроелементозів, що, в свою чергу, знижує рівень продуктивності і погіршує якісні показники продукції [49, 51, 57, 66]

Зокрема, Цинк відіграє важливу роль у розвитку ікри та личинок. Загальною особливістю заплідненої ікри риб є посилене поглинання Цинку з води [105, 109]. Личинки риб інтенсивно поглинають Цинк з жовткового мішка [115]. Пізніше, при переході на змішане та активне живлення, джерелом Цинку для личинок риб є планктонні організми [127]. Слід відмітити, що для підвищення запліднювальності ікри та виходу личинок ікру риб інкубують у розчинах солей Цинку та Мангану [31, 35].

Цинк в організмі риб накопичується у значній кількості в печінці, гонадах та яєчниках [37]. Більша частина Цинку у крові риб (85 %) знаходиться в еритроцитах, 3 % – в лейкоцитах, 12 % – у сироватці крові [109, 158].

Потреба Цинку в раціоні коропа складає 15-40 мг/кг [37]. Крім цього, на вміст Цинку в тканинах риб впливає його концентрація у воді [172, 178]. Оптимальний вміст Цинку в м'язах риби, що відповідає фізіологічній потребі в цьому мікроелементі, становить 1,1 – 6,0 мг/кг натуральної речовини [115]. За даними Н. Ю. Євтушенко та Т. Д. Малижевої (1980), найбільш стимулювальна дія Цинку на білоксинтезувальну функцію печінки в коропів спостерігається при його концентрації 96,5 та 117,3 мг/кг корму [78]. Вважається, що концентрація Цинку у воді 20 мг/л є абсолютно токсичною для більшості прісноводних видів риб [115].

Найбільша потреба риб в Цинку відмічена в період інтенсивного росту та статевого дозрівання. Цинк здійснює вплив на ріст, розвиток та розмноження риб, бере активну участь в процесах формування кісток та кровотворення, впливає на зір [163, 180].

Подібно до інших мікроелементів, Селен легко абсорбується з води, де він знаходиться у вигляді розчинних йонів [166, 174, 178]. Потреба риби в Селені коливається від 0,15 до 0,5 мг/кг корму [11, 115]. Показником забезпеченості організму риби Селеном може слугувати активність глутатіонпероксидази [44, 67].

Селен вкрай необхідний для нормального функціонування статевої системи. Дія Селену поширюється як на синтез статевих гормонів, так і на процес утворення статевих клітин [78, 109]

У системі гормональної регуляції в організмі людини і вищих тварин важливу роль відіграє щитоподібна залоза, яка регулює ряд фізіологічних функцій та обмін речовин в їхньому організмі. У риб, так само як у вищих тварин, щитоподібна залоза являє собою заповнені колоїдом фолікули оточені шаром епітеліальних клітин, які синтезують тиреоїдні гормони [167].

Потреба в Йоді живих організмів визначається в дуже малих величинах, проте він є незамінним елементом живлення. Йод легко поступає в організм риби з води через зябра та з їжі в шлунково-кишковому тракті [92, 237]. Є дані, що мінімальна доза Йоду в раціоні риб становить 2,8 мг/кг корму. В середньому потреба риб в Йоді коливається в межах 1,0-4,0 мг/кг, зокрема потреба коропа – 1,6 мг/кг [115].

Ооцити риб містять тиреоїдні гормони [28, 38] і їх кількість зменшується протягом ембріогенезу. Тиреоїдні гормони стимулюють ріст личинок риб [37, 92, 115], а їх ін'єкції самкам риб приводять до підвищення вмісту тиреоїдних гормонів в ооцитах, до прискорення росту і розвитку личинок [167, 168, 178].

Ріст морських риб, вирощуваних у культурі, сповільнився при дефіциті Йоду у воді [23, 36, 50]. Ооцити риб містять тиреоїдні гормони і їх кількість зменшується протягом ембріогенезу [92]. Тиреоїдні гормони стимулюють ріст личинок риб [69], а їх ін'єкції самкам риб приводять до підвищення вмісту тиреоїдних гормонів в ооцитах, до прискорення росту і розвитку личинок [109]. Додавання Йоду до згодовуваного рибам комбікорму позитивно впливає на ріст і життєздатність, а внесення Йоду у ставову воду у вигляді КІ позитивно впливає на ріст коропа, вартість корму і сприяє збільшенню вмісту йоду у м'ясі [37, 115].

Аналіз наявної літератури свідчить про важливу роль жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду в обміні ліпідів,

синтезі й перетворенні жирних кислот, функціонуванні антиоксидантної системи захисту, а також про їх позитивний вплив на репродуктивну функцію та ріст у риб. Водночас наявні у літературі дані такого плану містять широкий діапазон нормативних значень вітамінів і мікроелементів у раціонах коропових риб, на відміну від ссавців. У зв'язку з цим, значне зацікавлення у науково-практичному значенні становить вивчення оптимальних доз жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду для коропових риб у переднерестовий та в кінці вегетаційного періодів, які сприятимуть нормалізації метаболічного гомеостазу організму дозволять підвищити його антиоксидантний потенціал, забезпечити організм енергетичним матеріалом та покращити репродуктивну здатність у самиць коропів. Цим зумовлена актуальність теми дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика та схеми проведення дослідів

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. Дана робота містить дві серії досліджень.

У першій серії досліджень проведено два досліді (табл. 2.1) в переднерестовий період. Завданням першого досліді було вивчити вплив згодовування з кормом мікроелементів Цинку, Селену та Йоду на організм самиць коропа. Метою другого дослідіти вплив згодовування різних доз вказаних мікроелементів із жиророзчинними вітамінами А, D₃, Е у складі вітамінно-мінеральної добавки на організм самиць коропа.

Таблиця 2.1

Схема дослідів

Дослід I		Дослід II		
Самиці коропа				
I група ГК*	II група ГК + KI – 5 мг/кг ZnSO ₄ – 40 мг/кг Na ₂ SeO ₃ – 0,3 мг/кг	I група ГК	II група ГК + Вітаміни А 2500 ІО/кг D ₃ 3333 ІО/кг Е 1,7 мг/кг + KI – 5 мг/кг ZnSO ₄ – 40мг/кг Na ₂ SeO ₃ –0,3 мг/кг	III група ГК + Вітаміни А 5000 ІО/кг D ₃ 6666 ІО/кг Е 3,3 мг/кг + KI –10 мг/кг ZnSO ₄ – 60 мг/кг Na ₂ SeO ₃ – 0,5 мг/кг

Ікра, личинки, кров	Ікра, кров, гепатопанкреас, скелетні м'язи
<p>Досліджували біохімічні показники:</p> <p><i>кров:</i> ГПЛ, ТБК-активні продукти, СОД, ГПО, КАТ</p> <p><i>ікра, личинки:</i> вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів</p>	<p>Досліджували біохімічні показники:</p> <p><i>кров:</i> ГПЛ, ТБК-активні продукти, ВГ, СОД, ГПО, КАТ</p> <p><i>ікра, тканини:</i> вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів, жирнокислотний склад загальних ліпідів</p>

*ГК – гранульований комбікорм

Для досліджень формували групи риб по 10 особин у кожній. Досліджувані групи риб утримувалися в окремих лотках об'ємом 400 дм³, які заповнювали відстояною ставовою водою в якій не утримувалась риба із розрахунку 40 дм³ води на 1 особину. Гідрохімічні показники води та кисневий режим були в межах норми (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Гідрохімічні показники води, в якій утримувались самиці коропа в переднерестовий період

№ з/п	Показники	Значення	Рибничо-господарські нормативи
1	2	3	4
1.	Водневий показник, рН	<u>8,6-7,8</u> 8,33	6,5-8,5
2.	Перманганатна окислюваність, МГО/дм ³	<u>8,2-15,1</u> 11,3	до 15,0
3.	Лужність, мг-екв/дм ³	<u>2,91-3,12</u> 3,02	1,5-3,5
4.	Гідрокарбонати, НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³	<u>177,6-190,3</u> 183,95	60-200

5.	Нітриди, NO_2^- , мгN/дм ³	$\frac{0,006-0,12}{0,063}$	0,1
6.	Нітрати, NO_3^- , мгN/дм ³	$\frac{0,0-0,15}{0,075}$	2,0
7.	Амонійний азот, NH_4^+ , мгN/дм ³	$\frac{0,34-1,13}{0,74}$	1,0
8.	Мінеральний фосфор, PO_4^{3-} , мгP/дм ³	$\frac{0,25-0,96}{0,63}$	0,5
9.	Залізо загальне, $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$, мгFe/дм ³	$\frac{0,41-0,42}{0,41}$	1,0
10.	Твердість загальна, мг-екв./дм ³	$\frac{3,9-4,4}{4,15}$	3-7
11.	Кальцій, Ca^{2+} , мг/дм ³	$\frac{53,0-74,0}{68,5}$	40-60
12.	Магній, Mg^{2+} , мг/дм ³	$\frac{8,5-9,7}{9,1}$	до 30
13.	Хлориди, Cl, мг/дм ³	$\frac{22,7-24,5}{23,6}$	50-70
14.	Сульфати, SO_4^{2-} мг/дм ³	$\frac{68,8-81,6}{75,2}$	25-30
15.	Натрій +Калій, $\Sigma \text{Na}^+, \text{K}^+$ мг/дм ³	$\frac{21,0-33,8}{27,4}$	до 120
16.	Мінералізація заг., мг/дм ³	$\frac{387,14-388,4}{387,75}$	300-1000
17.	Кисень, мг/дм ³	$\frac{3,44-6,34}{5,42}$	≥ 5

У переднерестовий період проводилась поступова підготовка води до нерестових температур з кроком $0,5-1,0^\circ\text{C}/\text{добу}$ від $8,0-18^\circ\text{C}$. Відповідно, кількість заданого корму встановлювали за стандартними в рибництві параметрами, залежними від температури та вмісту розчиненого кисню, що відповідало – $0,3-1,5\%$ від маси тіла [91].

Перший дослід було проведено у травні-червні на двох групах самиць коропів 5-6-річного віку масою $4,0-5,0$ кг. Самицям коропів контрольної групи за 30 діб до передбачуваного нересту згодовували гранульований комбікорм. Самицям коропів дослідної групи впродовж місяця згодовували аналогічний комбікорм з добавками Йоду, Цинку і Селену у вигляді калію йодистого дозою

5 мг, цинку сульфату – 40 мг та натрію селеніту – 0,3 мг на кілограм комбікорму.

По закінченню згодовування корму досліджуваним риbam було проведено гормонально-індукований нерест. Запліднення ікри молоками самців здійснювали сухим методом упродовж 60 с, після чого обезклеювали в розчині молока протягом 45 хв. Інкубацію проводили в апаратах Вейса при температурі 21°C.

У риб дослідної та контрольної груп було взято кров та зразки, одержаної від самиць ікри і виведених з неї личинок, для проведення біохімічних досліджень. У зразках крові риб визначали вміст продуктів пероксидації ліпідів та активність антиоксидантних ензимів. В ікрі та личинках визначали вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів.

Другий дослід проведено у травні-серпні на 3-х групах самиць коропів 5-6-річного віку масою 4,0–5,0 кг, які були розділені на контрольну та дві дослідні. Самицям коропів 1-ї групи (контрольної) згодовувався гранульований. Рибам 2-ї групи впродовж місяця до передбачуваного нересту згодовувався вказаний гранульований комбікорм з добавками препарату «Тривіт» у кількості 2500 ІО вітаміну А, 3333 ІО вітаміну D₃, 1,7 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді відповідно калію йодистого– 5 мг, цинку сульфату – 40 мг та натрію селеніту – 0,3 мг на кілограм комбікорму. Самицям коропів 3-ї групи впродовж місяця згодовувався гранульований комбікорм з добавками: «Тривіту» у кількості з розрахунку 5000 ІО вітаміну А, 6666 ІО вітаміну D₃, 3,3 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену відповідно у вигляді калію йодистого – 10 мг, цинку сульфату – 60 мг та натрію селеніту– 0,5 мг на кілограм комбікорму.

Переднерестова годівля самиць коропа, що тривала 30 днів, завершилась гормонально-індукованим нерестом. Запліднення ікри молоками самців здійснювали сухим методом протягом 60 с, після чого обесклеювали в розчині молока впродовж 45 хв. Інкубацію проводили в апаратах Вейса за температури 21°C. Відібрану незапліднену ікру зважували та визначали абсолютну і

відносну плодючість. Вилуплені личинки із лотків перенесли у дослідні стави для росту молодняку риб, де і були вирощені цьоголітки.

У гепатопанкреасі та скелетних м'язах самиць коропів, одержаній від них ікрі, цьоголітках, виведених з неї, визначили вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів, жирнокислотний склад загальних ліпідів. У зразках крові відібраних від самиць визначали рівень продуктів пероксидації ліпідів, активність антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази, каталази та вміст відновленого глутатіону.

Мета другої серії досліджень полягала у з'ясуванні впливу вказаної вище вітамінно-мінеральної добавки, яка містила жиророзчинні вітаміни А, D₃, Е й мікроелементи Цинк, Селен та Йод у кінці вегетаційного періоду на організм дворічок коропа. Для цього проведено один дослід (табл. 2.3) у вересні-жовтні на трьох групах коропів 2-річного віку масою 400–450 г, які були розділені на контрольну та 2 дослідні групи по 10 особин у кожній. Риби утримувалися в окремих лотках об'ємом 400 дм³, які заповнювали відстояною ставовою водою в якій не утримувалась риба із розрахунку 40 дм³ води на 1 особину. Підтримували постійний гідрохімічний режим води, а саме величину рН (7,0±0,54), вміст розчиненого кисню (7,0±0,5 мг/л), температуру води +18⁰С. Рибам двічі на день згодовували гранульований комбікорм упродовж місяця. Дозування комбікорму здійснювали за загальноприйнятими у рибництві нормативами – 3,5% від маси тіла [91]. Коропам 1-ї групи (контрольної) згодовувався гранульований комбікорм, рибам 2-ї групи згодовували аналогічний комбікорм з добавками препарату «Тривіт» у кількості 2500 ІО вітаміну А, 3333 ІО вітаміну D₃, 1,7 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді відповідно калію йодистого – 5 мг, цинку сульфату – 40 мг та натрію селеніту– 0,3 мг на кілограм комбікорму. Коропам 3-ї групи згодовувався гранульований комбікорм з добавками «Тривіту» в кількості 5000 ІО вітаміну А, 6666 ІО вітаміну D₃, 3,3 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену відповідно у вигляді калію йодистого – 10 мг, цинку сульфату – 60 мг та натрію селеніту– 0,5 мг на кілограм комбікорму. Перед

початком та в кінці досліджу всі риби контрольної і дослідних груп було зважено та виміряно для визначення приросту маси та довжини тіла риб.

Таблиця 2.3

Схема досліджень

Дослід		
2-річки коропа		
I група ГК*	II група ГК + Вітаміни А 2500 ІО D ₃ 3333 ІО Е 1,7 мг + КІ – 5 мг/кг ZnSO ₄ – 40 мг/кг Na ₂ SeO ₃ – 0,3 мг/кг	III група ГК + Вітаміни А 5000 ІО D ₃ 6666 ІО Е 3,3 мг + КІ – 10 мг/кг ZnSO ₄ – 60 мг/кг Na ₂ SeO ₃ – 0,5 мг/кг
Кров, гепатопанкреас, скелетні м'язи		
Досліджували біохімічні показники:		
<u>кров</u> : гідропероксиди ліпідів, ТБК-активні продукти, ВГ, СОД, ГПО, КАТ.		
<u>тканини, ікра</u> : вміст загальних ліпідів та окремих їх класів, жирнокислотний склад ліпідів		

*ГК – гранульований комбікорм

Після закінчення досліджу, який тривав 30 діб риб забивали та відбирали кров та зразки тканин (гепатопанкреас і скелетні м'язи) для біохімічних досліджень. У вказаних зразках органів і тканин дворічок коропа визначали вміст загальних ліпідів та співвідношення окремих їх класів, жирнокислотний склад загальних ліпідів. У зразках крові риб визначали вміст гідропероксидів ліпідів, ТБК-активних продуктів і відновленого глутатіону й активність антиоксидантних ензимів – супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази, каталази.

2.2. Методи визначення біохімічних показників

2.2.1. Визначення вмісту гідропероксидів ліпідів. Вміст гідропероксидів ліпідів у гемолізаті еритроцитів визначали за методом, описаним Мирончиком В. В. [77]. Принцип методу полягає в осадженні білка трихлороцтовою кислотою (ТХО) з наступним внесенням у середовище тіоціанату амонію. До 0,2 мл гемолізату еритроцитів 2,8 мл етанолу та 0,05 мл 50%-го розчину ТХО і струшували впродовж 5 хвилин. До 1,5 мл супернатанту додавали 1,2 мл етанолу, 0,02 мл концентрованої НСІ, 0,03 мл 1% розчину солі Мора в 3% розчині НСІ, струшували і через 30 с додавали 0,2 мл 20% розчину тіоціанату амонію. Оптичну густину вимірювали при $\lambda=480$ нм. Вміст ГПЛ визначали за різницею між дослідним зразком і контролем, у який замість гемолізату еритроцитів додавали відповідну кількість бідистильованої води. Концентрацію гідропероксидів ліпідів виражали в одиницях екстинції на мл гемолізату (Е/мл).

$$\Delta D_{480} (\text{ГПЛ}) = D_{480} (\text{Д}) - D_{480} (\text{К})$$

2.2.2. Визначення вмісту ТБК-активних продуктів. Концентрацію ТБК-активних продуктів у гемолізатах еритроцитів визначали кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою (ТБК) за методикою, описаною Корабейниковою С. Н. (1989) [61]. В основі методу лежить реакція між малоновим діальдегідом (МДА) і ТБК, яка в умовах високої температури та низького рН проходить з утворенням триметинового комплексу, що містить одну молекулу МДА і дві молекули ТБК. Для цього до 1 мл гемолізату еритроцитів додавали 4,5 мл 20 % фосфорновольфрамової кислоти і після осадження білків центрифугували при 2500 об/хв упродовж 15 хвилин. Надосадову рідину зливали, а до осаду додавали 1 мл 0,8% розчину ТБК і витримували протягом 1 години на водяній бані при температурі 100°C. За таких умов МДА реагує з ТБК з утворенням триметинового кольорового комплексу. Після цього пробірки охолоджували і центрифугували упродовж 10

хвилин при 6000 об/хв. В отриманому центрифугаті вимірювали оптичну густину при 535 і 580 нм. Двохразове вимірювання оптичної густини дозволяє виключити поглинання забарвлених комплексів ТБК речовинами неліпідної природи. Концентрацію ТБК-активних продуктів у зразку визначали, використовуючи коефіцієнт молярної екстинції $0,156 \text{ мкмоль}^{-1}\text{мл}^{-1}$ за формулою:

$$C = 0,21 + 26,5 \times \Delta D, \text{ де}$$

C – концентрація ТБК-активних продуктів;

ΔD – оптична густина $D_{535} - D_{580}$.

2.2.3 Визначення супероксиддисмутазної активності в еритроцитах крові. Супероксиддисмутазну активність визначали за методом, описаним Дубініною Є.Є. (1983 р.), принцип якого полягає у відновленні нітротетразолію супероксидними радикалами, які утворюються в реакції між феназинметасульфатом і відновленою формою нікотинаміддинуклеотиду (NADH) [46]. Утворення нітроформазау, продукту відновлення нітротетразолію, блокується наявною СОД. Для усунення шкідливого впливу гемоглобіну до 0,2 мл гомолізату еритроцитів додавали 0,5 мл етанолу і 0,3 мл хлороформу. Після інтенсивного перемішування вмістиме центрифугували впродовж 15 хвилин при 7000 об/хв. Далі до 0,1 мл супернатанту додавали 0,1 мл 1мкМ розчину ЕДТА, 0,1 мл 1% розчину желатину, 0,1 мл 1,8 мкМ розчину феназинметасульфату, 0,1 мл 0,407 мкМ розчину нітротетразолію синього і 0,1 мл 1 мМ розчину NADH. Загальний об'єм суміші доводили 0,15 М фосфатним буфером (рН 7,8) до 3 мл та інкубували при кімнатній температурі у темному місці протягом 30 хвилин, після чого вимірювали оптичну густину при $\lambda=540$ нм. У контрольний зразок замість гомолізату еритроцитів вносили дистильовану воду. Активність ензиму визначали за формулою :

$$A = \frac{E_k - E_0}{m_0} \times P, \text{ де}$$

де А – активність СОД в у. о./мг білка;

E_k – екстинція контрольного зразку;

E_d – екстинція дослідного зразку;

m_b – маса білка в 0,1 мл г, мг

P – розведення.

2.2.4. Визначення глутатіонпероксидазної активності в еритроцитах крові. Активність глутатіонпероксидази (ГПО) визначали за методом Моїна В. М. [79]. Мірою активності глутатіонпероксидази є швидкість окиснення глутатіону в присутності гідропероксиду третинного бутилу. Суть методу полягає у розвитку кольорової реакції з 5,5-дітіобіс-2-нітробензойною кислотою (ДТНБК) з утворенням кольорового продукту тіонітрофенільного аніону (ТНФА). Кількість останнього відповідає кількості SH-груп, які прореагували з ДТНБК.

Для визначення глутатіонпероксидазної активності 0,2 мл досліджуваної рідини інкубували на водяній бані при температурі 37°C 10 хв з 0,85 мл 4,8 мМ розчину відновленого глутатіону (GSH), який був приготовлений на буфері 0,1 М трис-НСІ рН 8,5, що містив 6 мМ ЕДТА і 12 мМ розчин азиду натрію. Потім додавали 0,05 мл 20 мМ розчину гідропероксиду третинного бутилу та інкубували 5 хвилин. Реакцію зупиняли додаванням 0,4 мл 10%-го розчину трихлороцтової кислоти. Проби центрифугували 10 хвилин при 7 тис. об/хв. Потім 0,1 мл супернатанту вносили в 5 мл 0,1 М розчину трис-НСІ рН 8,5 і додавали 0,1 мл реактиву Елмана. Через 5 хв визначали оптичну густину проб на спектрофотометрі при $\lambda=412$ нм проти H_2O . Активність ферменту виражали в мкмоль GSH/мг білка за 1 хвилину і вираховували за формулою:

$$A = \frac{E_k - E_d}{E_{cm} \times V \times t \times B} \times 4,08 \times P, \text{ де}$$

A – активність ГПО в мкмоль GSH/мг білка за 1 хв;

E_k – екстинція контрольного зразка, в який вносили воду, а не гідропероксид третинного бутилу;

E_d – екстинція дослідного зразка;

$E_{ст}$ – екстинція стандартного зразка, в який вносили воду, а не дослідну рідину;

V – об'єм зразка, мл;

t – час інкубації, хв;

B – кількість білка, мг/мл досліджуваної рідини;

P – розведення.

2.2.5. Визначення каталазної активності у крові. Принцип методу визначення каталазної активності [76ів] базується на здатності пероксиду водню утворювати з солями молібдену стійкий кольоровий комплекс. Реакцію запускали додаванням 0,1 мл гемолізату еритроцитів. У холостий зразок вносили 0,1 мл дистильованої води. Реакцію зупиняли через 10 хвилин додаванням 1 мл 4% молібдату амонію. Інтенсивність забарвлення вимірювали при $\lambda=410$ нм проти контрольного зразку, у який замість пероксиду водню додавали 2 мл дистильованої води.

Активність ензиму визначали за формулою:

$$A = \frac{E_{хол} - E_d}{t \times V \times K \times B} \times P, \text{ де}$$

A – активність ензиму; ммоль H_2O_2 /мг білка за 1 хв.;

$E_{хол}$ – екстинція холостого зразка;

E_d – екстинція дослідного зразка;

V – об'єм зразка, мл;

t – час, хв.;

K – коефіцієнт мілімолярної екстинції пероксиду водню, який дорівнює $22,2 \cdot 10^3 \text{ мМ}^{-1} \text{ см}^{-1}$;

B – кількість білка, мг/мл гомогенату;

P – розведення.

2.2.6. Визначення рівня відновленого глутатіону в еритроцитах. Вміст відновленого глутатіону (GSH) визначали за рівнем утворення

тіонітрофенільного аніону в результаті взаємодії SH – груп глутатіону з 5,5-дитіобіс,2-нітробензойною кислотою [5].

Готували дослідну і контрольну проби. У контрольну давали 3 мл осаджуючого реактиву і 2 мл дистильованої води. У дослідну пробу дають 2 мл гемолізату еритроцитів, розведених у 10 разів, і 3 мл осаджуючого реактиву. Витримували 5 хв при кімнатній температурі і центрифугували при 3500 об/хв, після чого фільтрують надосадову рідину. Після цього знову формують дослідну і контрольну проби, в які вносять 2 мл центрифугату, 8 мл 0,3 М Na_2HPO_4 і 0,1 мл реактиву Елмана. Через 5 хв спекрофотометрували проти контролю при довжині хвилі 412 нм.

Розрахунок кількості GSH в еритроцитах у мМ/л проводили за допомогою калібрувальної кривої

2.2.7. Визначення ліпідного складу. Для біохімічного аналізу брали ікру, личинки, гепатопанкреас та скелетні м'язи. Тканини подрібнювали на холоді в скляних гомогенізаторах з наступним екстрагуванням загальних ліпідів хлороформ-метаноловою сумішшю у відношенні 2:1 за методом Фолча [155].

Екстракція ліпідів за Фолчем. До 1 г досліджуваного матеріалу додавали 20 мл суміші хлороформ - метанол (2:1). Через 12 годин суміш відфільтровували, додавали 1/5 частину 0,7 н КСІ за об'ємом і залишали до розділення на дві фази. Верхній водно-метанольний шар видаляли за допомогою водно-струменевого насоса, а нижній – хлороформний, що містить ліпіди, випаровували.

Розділення ліпідів на окремі фракції проводили методом висхідної одномірної тонкошарової хроматографії на скляних пластинках. Перед роботою пластинки активували 30 хв. при температурі 105°C в сушильній шафі. Проби ліпідів наносили на пластинку мікродозатором в кількості 40 мкл. розчину і поміщали їх в хроматографічні камери. Рухомою фазою слугувала суміш гексану, діетилового ефіру і льодяної оцтової кислоти у відношенні 70:30:1.

Одержані хроматограми проявляли в камері, насиченій парами Йоду. Для ідентифікації окремих фракцій ліпідів використовували специфічні реагенти і очищені стандарти.

2.2.8. Визначення жирнокислотного складу загальних ліпідів тканин (м'язи, гепатопанкреас та ікра). Визначення жирнокислотного складу проводили згідно ДСТУ ISO 5508-2001. “Жири та олії тваринні й рослинні” [6]. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот" на газовому хроматографі 7890 B (Agilent Technologies) з капілярною колонкою sp-2560 (виробник Supelco), довжина 100 м, внутрішній діаметр 0,25 мм, товщина фази 0,2 мкм. Параметри газового хроматографа: швидкість потоку газу-носія (гелій) - 1,2 мл/хв, спосіб введення зразків - з поділом потоку 100:1, температура інжектора – 280°C, температура детектора (ПІД) – 290°C, програма термостату колонки - повільний нагрів зі швидкістю 3°/хв. від 40 °C до 260 °C, об'єм, що інжектуюється - 1,0 мкл.

Для ідентифікації хроматографічних піків використовували суміш метилових ефірів жирних кислот 37 Component FAME Mix т.м. Supelco (кат. № 47885-U). Реєстрацію та обробку хроматограм здійснювали за допомогою персонального комп'ютера, оснащеного програмним забезпеченням Agilent OpenLAB CDS.

2.2.9. Підготовка зразків біологічних матеріалів для подальшого визначення вмісту в них мінеральних речовин. Підготовку зразків гепатопанкреасу, ікри та скелетних м'язів риб проводили методом мокрого озолення з використанням мікрохвильової системи Milestone Start D. Озолення у вказаній системі дозволяє уникнути втрат летких елементів, таких як Селен, при пробопідготовці. *Дана методика ґрунтується на робочій інструкції до приладу.*

Порядок підготовки зразків полягає у наступному. У спеціальний стакан, виготовлений з високоякісного пластику, переносять 1-2 гр. досліджуваних

тканин, зважуючи їх з точністю до 4-го знаку після коми. Після цього під витяжною шафою до зразка додають 3 мл бідистильованої води та 6 мл концентрованої (65%) азотної кислоти. Стакан накривають кришкою з тефлону, на кришку встановлюють запобіжну пружину, та поміщають стакан у захисний кожух. Кожух зі стаканом встановлюють у ротор мікрохвильової системи, та закручують гвинт ротора до появи характерного клацання. Ротори зі зразками симетрично встановлюють у мікрохвильову систему, та запускають відповідну програму.

Після озолення, яке триває близько 1 год., дістають ротори та дають їм охолонути 1-2 год. Під витяжкою обережно відкручують гвинт ротора, та виймають стакан зі зразком. Обережно знімають кришку зі стакана. Крапельки кислоти з розчиненим зразком кількісно переносять за допомогою воронки у пробірку, ополіскуючи бідистильованою водою (загальний об'єм 2 мл) з дозатора. Після фільтрування через спеціальний фільтр та, за необхідності, розведення розчином азотної кислоти (щоби концентрація елемента, який визначається, знаходилась в оптимальному для виміру інтервалі – в 20-200 разів більше нижньої межі виявлення), зразки готові до досліджень.

Визначення вмісту мінеральних речовин у біологічному матеріалі.

Вміст Цинку та Селену у досліджуваних зразках визначали за допомогою методу атомно-абсорбційної спектrophотометрії. В основі цього методу лежить явище селективного поглинання світлової енергії вільними незбудженими атомами елемента. По величині оптичної щільності поглинаючого шару судять про концентрацію в ньому елементу, який визначається [94].

Режим роботи на атомно-абсорбційному спектrophотометрів залежить від типу приладу і описується в інструкції до нього. Основні правила роботи наступі:

- вибирають лампу для відповідного елемента;
- проводять вимірювання стандартного розчину елемента в різних концентраціях для побудови калібрувальної кривої.

– вимірюють зразок, порівнюючи фактичне значення з калібрувальною кривою, з врахуванням ступеня розведення зразка.

2.3. Методи статистичного аналізу.

Для всіх результатів досліджень здійснювали статистичний аналіз. Досліди проводили в трьох паралелях у кожному варіанті. Для всіх дослідів, що проводили в паралелях, розраховували середнє значення M та середню похибку m , які показано на рисунках та в таблицях. Обробку проводили за допомогою програми Origin із використанням t -критерію Стюдента та обрахунком коефіцієнта кореляції. Результати досліджень вважали вірогідними за $p < 0,05 - 0,001$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив згодування мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на їх організм, а також в отриманій від них ікрі та личинці

3.1.1. Вплив добавок Цинку, Селену та Йоду до раціону самиць коропів на вміст у крові продуктів пероксидного окиснення ліпідів та активність ензимів системи антиоксидантного захисту. У таблиці. 3.1, 3.2 і рис. 3.1 наведено дані щодо впливу добавок мікроелементів до комбікорму самицям коропів на вміст продуктів пероксидації та активність антиоксидантних ензимів в їх крові. У результаті досліджень встановлено, що згодовування самицям коропів мікроелементів Цинку, Йоду і Селену у переднерестовий період призводило до суттєвого зменшення продуктів пероксидації в їх крові (табл. 3.1).

Вміст гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів у плазмі крові риб дослідної групи, яким згодовували вказані мікроелементи, був відповідно у 2,8 ($p < 0,001$) і 2,5 разу ($p < 0,001$) менший, ніж у плазмі крові риб контрольної групи, які отримували звичайний комбікорм без добавок мікроелементів.

Таблиця 3.1

Вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у плазмі крові самиць коропа у переднерестовий період при згодовуванні Цинку, Селену та Йоду
($M \pm m, n=4$)

Продукти ПОЛ	Група риб	
	контрольна	дослідна
Гідроперекиси ліпідів, од.Е 480/мл	1,75±0,03	0,62±0,01***
ТБК-активні продукти, мкмоль/л	3,52±0,04	1,42±0,02***

Примітка. У цій та наступних таблицях різниці вірогідні відносно коропів контрольної групи: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

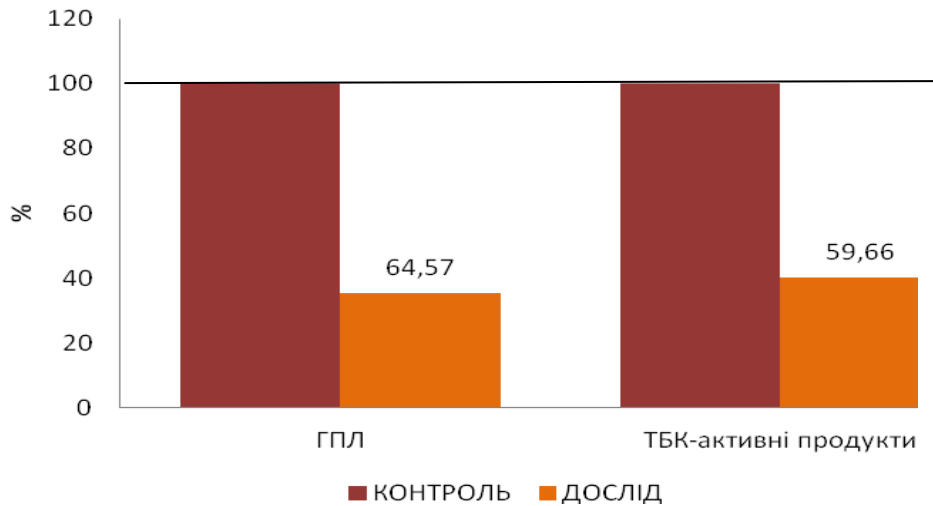


Рис. 3.1. Вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів у плазмі крові самиць коропа у переднерестовий період (зміни вмісту щодо контролю у відсотках)

Ці дані свідчать про інгібуючий вплив добавок мікроелементів на вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів в організмі риб, зокрема у самиць коропів у переднерестовий період, що ймовірно зумовлено їх стимулювальним впливом на активність ензимів системи антиоксидантного захисту в організмі риб.

Так, як бачимо з даних, наведених нище (табл. 3.2, рис. 3.2) активність ключових ензимів системи антиоксидантного захисту в організмі самиць коропів дослідної групи була вища, ніж у контролі.

Таблиця 3.2

Активність ензимів антиоксидантної системи захисту в еритроцитах крові самиць коропів за згодовування у преднерестовий період Цинку, Селену та Йоду ($M \pm m$, $n=3$)

Ензими та одиниці виміру	Група риб	
	контрольна	дослідна
Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка	$3,67 \pm 0,06$	$6,26 \pm 0,08^{***}$
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за $1 \text{ хв} \times 10^{-7}$	$3,19 \pm 0,09$	$4,5 \pm 0,05^{***}$
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/мг білка за 1 хв	$20,11 \pm 0,03$	$20,93 \pm 0,11$

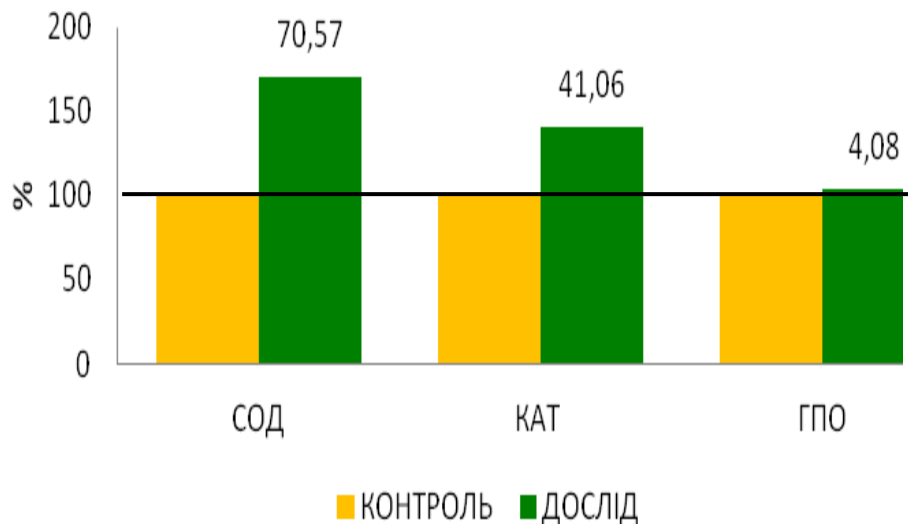


Рис. 3.2. Активність ензимів антиоксидантної системи захисту в еритроцитах крові самиць коропів (зміни вмісту щодо контролю у відсотках)

Зокрема, активність ключового ензиму антиоксидантного захисту — супероксиддисмутази в еритроцитах риб дослідної групи в 1,7 разу ($p < 0,001$) вища, порівняно із її активністю в еритроцитах самиць коропів контрольної групи. При цьому зафіксовано в 1,4 разу ($p < 0,001$) вищу каталазну активність у крові коропів, яким згодували суміш мікроелементів, порівняно до риб контрольної групи, яким згодували звичайний комбікорм без добавок мікроелементів. Водночас, активність іншого важливого ензиму антиоксидантного захисту — глутатіонпероксидази істотно не змінювалася за дії досліджуваних мікроелементів. Виявлене нами підвищення супероксиддисмутазної активності під впливом добавок мікроелементів можна пояснити наявним у мінеральній добавці цинку сульфату, оскільки, як відомо, Цинк входить до складу простетичної групи супероксиддисмутази [12]. З іншого боку, відсутність вірогідних різниць глутатіонпероксидазної активності під впливом згодування добавки Селену, можна пояснити ймовірно невисоким ступенем засвоєння організмом коропів натрію селеніту.

Таким чином, отримані результати досліджень свідчать, що додавання до корму самиць коропів у переднерестовий період мінеральної добавки, що

містить Цинк, Селен і Йод призводить до посилення ензимної ланки системи антиоксидантного захисту риб.

3.1.2. Вплив добавок Цинку, Селену та Йоду до раціону самиць коропів у переднерестовий період на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у отриманій від них ікрі та личинках. У наступних двох таблицях (3.3 і 3.4) наведені дані про вплив добавок мікроелементів Цинку, Йоду та Селену до раціону самиць коропів на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у отриманій від них ікрі та виведених з цієї ікри личинках.

Насамперед, слід проаналізувати ліпідний склад ікри та виведеної з неї личинки коропів, оскільки такі дослідження проведені нами вперше, а дані такого плану в літературі поодинокі. Проведеними дослідженнями констатовано високий вміст загальних ліпідів – на рівні 4,9–6,4 г/кг в ікрі коропів і значно менший їх вміст на рівні 1,6–2,5 г/кг у личинці коропів. Високий вміст ліпідів у ікрі коропів можна пояснити важливою резервною роллю ліпідів – в даному випадку ліпіди слугують джерелом енергії та пластичним матеріалом для розвитку личинки. Вірогідне зменшення у 2–3 рази ($p < 0,001$) вмісту ліпідів у личинки коропа, порівняно з ікрою обумовлене інтенсивним використанням ліпідів на ранніх стадіях онтогенезу риби. Крім цього, звертає на себе увагу високий відносний вміст фосфоліпідів. Так, в ікрі та у личинок фосфоліпіди становлять більше половини від загальної кількості окремих класів ліпідів, а під впливом мікроелементної добавки їх відносний вміст досягає більше 70 відсотків, кількість інших класів ліпідів розподіляється при цьому за рідкими винятками рівномірно. Такий високий вміст фосфоліпідів в ікрі та личинках, серед яких імовірно переважає лецитин, можна пояснити важливим значенням фосфатидів у забезпеченні енергією і пластичним матеріалом для побудови клітинних мембран на ранніх стадіях онтогенезу у риби. Слід також відзначити, що фосфоліпіди є джерелом поліненасичених жирних кислот, які в свою чергу є основним субстратом пероксидного

окиснення ліпідів. Враховуючи високий вміст фосфоліпідів у личинці та ікрі коропів важливого значення набувають, отримані нами дані про підвищення активності антиоксидантної системи в організмі самиць коропів, від якого отримано ікру та личинку, під впливом згодовування добавки вказаних мікроелементів.

У таблиці 3.3 наведені дані про вплив добавок мікроелементів до раціону самиць коропа на вміст ліпідів у отриманій від них ікрі.

Таблиця 3.3

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

Показники	Група риб	
	контрольна	дослідна
Загальні ліпіди, г/кг сирової маси	4,96±0,08	6,43±0,06***
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів		
Фосфоліпіди	56,47±0,58	73,51±0,76***
Неестерифікований холестерол	11,50±0,44	12,89±2,38
НЕЖК	10,69±0,58	4,64±1,87
Триацилгліцероли	10,69±0,29	6,25±0,49***
Естери холестеролу	11,47±0,56	2,58±0,24***

З даних представлених у вказаній таблиці видно, що згодовування самицям коропів у переднерестовий період добавки, що містила Цинк, Селен та Йод призводило до суттєвого збільшення вмісту загальних ліпідів в отриманій від них ікрі. Так, вміст загальних ліпідів в ікрі, отриманій від риб дослідної групи вищий ($p < 0,001$), ніж вміст загальних ліпідів у ікрі, отриманій від риб контрольної групи. Ці дані свідчать про позитивний вплив згодовування

добавки мікроелементів самицям коропів у переднерестовий період на депонування ліпідів у їх ікрі.

Звертає на себе увагу статистично достовірно більший ($p < 0,001$) вміст фосфоліпідів у складі ліпідів ікри, отриманої від риб дослідної групи, порівняно з вмістом фосфоліпідів у складі ліпідів ікри, отриманої від риб контрольної групи. Так, вміст фосфоліпідів у складі ліпідів ікри, отриманої від риб дослідної групи досягає високого значення 73,51%, порівняно з їх вмістом в ікрі, отриманій від риб контрольної групи – 56,47%.

Таке збільшення питомої частки фосфоліпідів у складі ліпідів ікри коропів відбувалося за рахунок пропорційного зменшення відносного вмісту триацилгліцеролів ($p < 0,001$) і, особливо естерів холестеролу ($p < 0,001$). Зокрема, вміст естерів холестеролу у складі ліпідів ікри, отриманої від риб дослідної групи був у 4,4 разу ($p < 0,001$) менший, порівняно із вмістом естерифікованого холестеролу у складі ліпідів ікри, отриманої від коропів контрольної групи. Враховуючи те, що основною функцією естерів холестеролу є транспорт жирних кислот у плазмі крові, таке зменшення їх вмісту в ікрі коропів за згодовування їм добавок мікроелементів не є таким, що може суттєво вплинути на розвиток ембріона. Вказане стосується і зменшення відносного вмісту триацилгліцеролів. Очевидно, що основну резервну функцію серед ліпідів в ікрі відіграють фосфоліпіди, а не триацилгліцероли.

Подібні зміни спостерігалися як в ікрі так і в личинці. Так, у таблиці 3.4 наведені дані про вплив добавок мікроелементів до раціону самиць коропів у переднерестовий період на вміст ліпідів у виведеній личинці з отриманої від них ікри.

З наведених у вказаній нище таблиці даних, насамперед, звертає на себе увагу збільшення вмісту загальних ліпідів ($p < 0,01$), відносного вмісту фосфоліпідів ($p < 0,001$) і неестерифікованого холестеролу ($p < 0,001$) у личинок, отриманих від риб, яким згодовували добавки Йоду, Селену та Цинку. Ці дані також свідчать про позитивний вплив добавок досліджуваних мікроелементів на депонування поживних речовин в ікрі і в отриманих з неї личинках.

Фосфоліпіди лишаються основним джерелом структурних ліпідів і на цій стадії онтогенетичного розвитку риб.

Таблиця 3.4

Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у личинок, отриманих від самиць коропів, яким у переднерестовий період згодовували добавки Цинку, Селену та Йоду ($M \pm m$, $n=4$)

Досліджувані показники	Група риб	
	контрольна	дослідна
Загальні ліпіди, г/кг сирової маси	1,66±0,033	2,50±0,057**
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів		
Фосфоліпіди	53,90±0,76	71,79±0,22***
Неестерифікований холестерол	11,20±1,26	17,53±0,58*
НЕЖК	13,79±0,17	3,24±0,0,17***
Триацилгліцероли	11,80±0,47	5,54±0,04***
Естери холестеролу	9,15±0,79	2,14±0,15***

Серед інших даних звертає на себе увагу пропорційне суттєве зменшення відносного вмісту неестерифікованих жирних кислот ($p < 0,001$), триацилгліцеролів ($p < 0,001$) та естерифікованого холестеролу ($p < 0,001$) у личинок, отриманих від риб дослідної групи, порівняно з личинками отриманими від самиць коропів контрольної групи. При цьому, відносний вміст неестерифікованих жирних кислот під впливом згодовування мікроелементів зменшився у 4,2 разу, вміст триацилгліцеролів – у 2,1 разу, а вміст естерів холестеролу відповідно у 4,3 разу. Проте, таке зменшення відносного вмісту вказаних класів ліпідів на наш погляд не повинно суттєво вплинути на розвиток личинки та її збереження, особливо на фоні збільшення загального вмісту ліпідів у личинці під впливом згодовування добавок мікроелементів.

Висновки до підрозділу 3.1

1. Згодування мікроелементів Цинку, Селену та Йоду самицям коропів у складі добавки до комбікорму у переднерестовий період спричиняло зниження рівня продуктів пероксидації ліпідів та підвищення активності ензимів антиоксидантної системи у крові риб.

2. За рахунок додавання до раціону самиць коропів у переднерестовий період мінеральних елементів підвищувався вміст загальних ліпідів ($p < 0,001$) у одержаній від них ікрі, меншою мірою у личинках ($p < 0,01$).

3. Згодовування мінеральної добавки самицям коропів спричиняло зростання відносної частки фосфоліпідів в ікрі та личинках ($p < 0,001$), водночас пропорційно зменшилась частка відносного вмісту триацилгліцеролів ($p < 0,001$) і естерів холестеролу ($p < 0,05$) в ікрі та відносного вмісту неестерифікованих жирних кислот, триацилгліцеролів і естерифікованого холестеролу ($p < 0,001$) у личинок.

Результати наведених вище експериментальних досліджень представлені в наступних публікаціях [26, 27, 103]

3.2. Вплив застосування різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на їх організм, а також одержаній від них ікрі та цьоголіток

3.2.1. Вміст Цинку та Селену, активність системи антиоксидантного захисту й інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у самиць коропів, а також одержаних від них цьоголіток, за дії вітамінів А, D₃, Е, Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки. Проведені дослідження показали (табл. 3.5), що згодовування самицям коропів упродовж переднерестового періоду у складі добавки до комбікорму жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду спричиняє

зростання вмісту Цинку та Селену у скелетних м'язах самиць і цьоголіток та ікрі, отриманої від самиць обох дослідних груп порівняно до контрольної. Проте такі зміни були виражені більшою мірою в особин другої дослідної групи, де риби отримували більшу кількість вітамінів та мікроелементів до комбікорму.

Таблиця 3.5

Вміст Цинку та Селену у скелетних м'язах та ікрі коропів за різних доз у комбікормі, який згодовували, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$)

Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Вміст Цинку у скелетних м'язах самиць		
3,02±0,19	4,35±0,13**	7,40±0,9*
Вміст Цинку в ікрі самиць		
9,51±0,40	35,23±0,09***	35,99±1,60***
Вміст Цинку у скелетних м'язах цьоголіток		
3,54±0,04	4,77±0,04***	5,42±0,28**
Вміст Селену у скелетних м'язах самиць		
0,08±0,01	0,09±0,003	0,11±0,004
Вміст Селену в ікрі самиць		
0,18±0,006	0,19±0,006	0,21±0,009
Вміст Селену у скелетних м'язах цьоголіток		
0,06±0,005	0,10±0,01*	0,11±0,008*

При цьому, звертає на себе увагу збільшення у 3,7 та 3,8 разу ($p < 0,001$) вмісту Цинку в ікрі самиць коропів першої і другої дослідних груп відповідно, порівняно з контрольною. Це свідчить про ефективність згодування добавки самицям коропів, адже відомо, що Цинк відіграє важливу роль у розвитку ікри [37, 115]. Подібні зміни, тільки виражені меншою мірою при дослідженні Селену, зокрема його вміст у скелетних м'язах цьоголіток у першій та другій дослідній групах збільшився відповідно у 1,7 та 1,8 разу порівняно з контрольною.

Цинк та Селен є есенціальними мікроелементами у раціонах для коропів [12, 247]. Від цих мінеральних елементів у скелетних м'язах та ікрі залежить активність цілої низки ензимів білкового, ліпідного та вуглеводного обміну [237], а також інтенсивність росту та розвитку риби [197].

Зростання вмісту Цинку та Селену в організмі самиць коропів спричинило зміни активності антиоксидантної системи у їх крові (табл. 3.6, рис 3.3).

Таблиця 3.6

Вміст відновленого глутатіону й активність антиоксидантних ензимів в еритроцитах крові самиць коропів ($M \pm m$; $n=4$)

Досліджувані показники	Група риби		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка	1,76±0,318	1,71±0,56	1,84±0,12
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/хв мг білка	25,67±1,28	26,90±3,02	27,01±1,00
Відновлений глутатіон, мкмоль/мл	0,85±0,14	1,21±0,19	1,63±0,13*
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за хв. $\cdot 10^{-5}$	1,6±0,34	2,74±0,39	3,58±0,5*

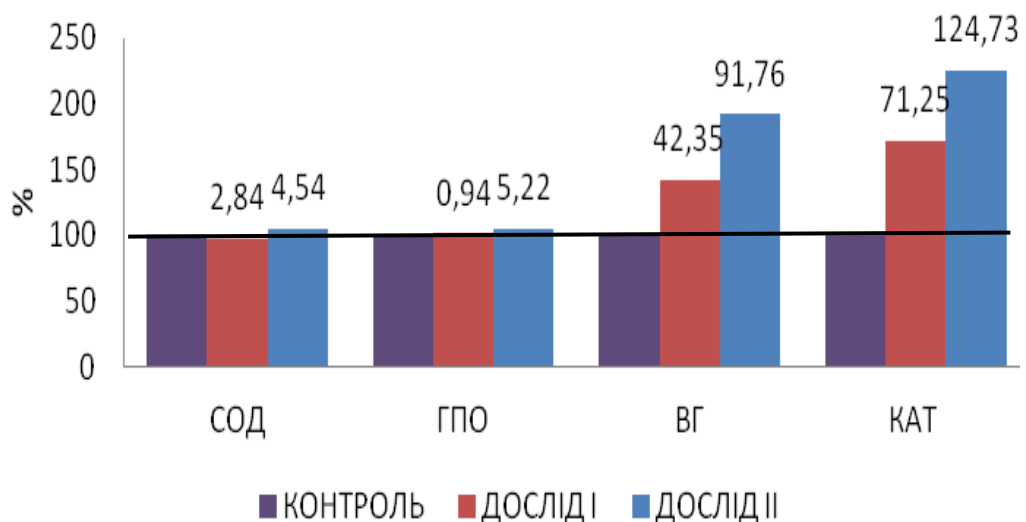


Рис 3.3. Вміст відновленого глутатіону й активність антиоксидантних ензимів в еритроцитах крові самиць коропів (зміни вмісту щодо контролю у відсотках)

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

Одержані результати дозволяють зробити припущення, що за зростання вмісту Цинку та Селену в органах і тканинах коропів згадувані ензими активуються, що свідчить про високий потенціал системи антиоксидантного захисту у крові риб, які споживали комбікорм з добавками вітамінів та мікроелементів.

Зростання активності антиоксидантних ензимів викликало зміни вмісту проміжних і кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів (гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів) у плазмі крові самиць коропів (табл. 3.7, рис. 3.4). Зокрема, у плазмі крові самиць коропів обох дослідних груп, порівняно до контрольної, констатовано дозо-залежне зниження ($p < 0,01$) вмісту гідроперекисів ліпідів і ТБК-активних продуктів.

Ці дані свідчать про інгібуючий вплив додаткового введення вітамінів та мікроелементів до раціону самиць коропів на інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів у їхньому організмі.

Таблиця 3.7

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

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Гідропероксида 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**

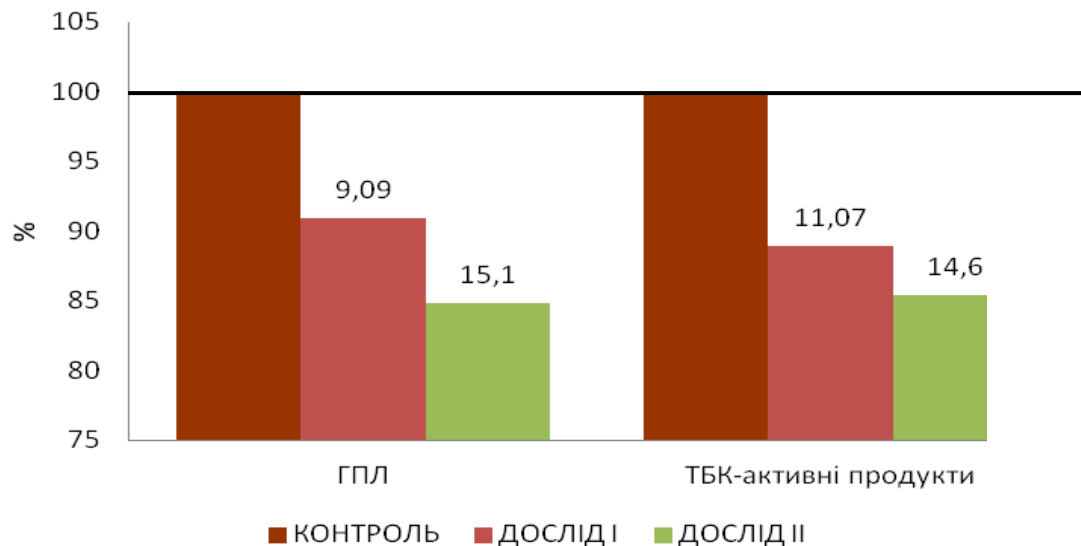


Рис 3.4. Вміст продуктів ПОЛ у крові самиць коропа (зміни вмісту щодо контролю у відсотках)

Загалом, результати проведених досліджень показали, що згодовування самицям коропів у складі добавки до комбікорму жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду спричиняє зростання вмісту Цинку та Селену в їхньому організмі, а також в одержаній від них ікрі та у скелетних м'язах цьоголіток. При цьому зростання вмісту вказаних мікроелементів у тканинах самиць коропів викликає підвищення активності ензимів системи антиоксидантного захисту та знижує інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів у їхньому організмі.

3.2.2. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст загальних ліпідів та окремих їх класів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі. Вплив згодовування вітамінно-мінеральної добавки на ліпідний склад скелетних м'язів та гепатопанкреасу самиць коропів наведено у таблицях 3.8 та 3.9. Результати досліджень свідчать, що згодовування добавки із різним вмістом вітамінів і мікроелементів не викликало вірогідних змін загальної кількості ліпідів у скелетних м'язах коропа, проте спричиняло певні зміни співвідношення їх окремих класів (табл. 3.8).

Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах самиць коропа ($M \pm m$; $n=4$)

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сирі маси	3,5±0,01	4,1±0,02	4,3±0,01
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	17,75±0,22	21,05±0,27	27,00±0,13***
Диацилгліцероли	12,55±0,31	12,87±0,09	14,75±0,18
Неестерифікований холестерол	16,12±0,13	16,72±0,37	17,56±0,23
НЕЖК	10,28±0,25	10,25±0,39	10,35±0,38
Триацилгліцероли	37,87±0,75	34,2±0,47*	22,86±1,31**
Естери холестеролу	5,00±0,76	5,55±0,35	7,47±0,89*

Так, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб другої дослідної групи був у 1,5 разу ($p < 0,001$) більший, а відносний вміст триацилгліцеролів – у 1,65 разу ($p < 0,01$) менший, ніж в 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. Ліпіди відіграють дуже важливу роль в організмі, вони є: головними компонентами біомембран [184], запасним матеріалом, що ізолює та захищає органи, найбільш калорійною частиною їжі, важливою складовою частини дієти тварин, переносниками низки вітамінів, регуляторами транспорту води і солей, регуляторами активності деяких ензимів, ендогормонами, передавачі біологічних сигналів [190, 196].

Подібні зміни виявлено також при дослідженні ліпідного складу гепатопанкреасу самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у
гепатопанкреасі самиць коропа (M±m; n=4)**

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сиріої маси	4,5±0,01	6,3±0,03	6,8±0,07**
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	19,90±0,62	22,86±0,17*	23,19±0,13**
Диацилгліцероли	13,79±0,30	13,95±0,36	14,78±0,05
Неестерифікований холестерол	16,08±0,05	16,50±0,38	16,18±0,30
НЕЖК	10,17±0,21	11,29±0,03	11,23±0,38
Триацилгліцероли	35,11±0,79	29,18±0,57**	27,18±0,76**
Естери холестеролу	4,93±0,30	6,28±0,36*	7,32±0,46*

Проведені дослідження показали, що згодовування коропам добавки, що містить жиророзчинні вітаміни А, D₃, Е і мікроелементи Цинк, Йод і Селен призводить до зростання вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі, при цьому значні зміни ($p < 0,01$) виявлено у групі риб, 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. Зокрема, відзначено дозозалежне зростання відносної кількості фосфоліпідів та естерів холестеролу ($p < 0,05$) і відповідне зменшення відносної кількості триацилгліцеролів ($p < 0,01$). 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.

3.2.3. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропів у переднерестовий період на вміст ліпідів в їх ікрі. У таблиці 3.10 представлені результати дослідження ліпідного складу ікри, отриманої від самиць коропів, яким за місяць до нересту згодувалася вітамінно-мінеральна добавка, що містила різну кількість вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену і Йоду. Результати проведених досліджень показали, що загальний вміст ліпідів в ікрі коропів першої і другої дослідних груп був відповідно на 20,5 (p<0,001) і 25,6 % (p<0,001) більший, ніж в особин контрольної групи.

Таблиця 3.10

**Вміст ліпідів та співвідношення їх окремих класів в ікрі самиць коропа
(M±m; n=4)**

Досліджувані показники	Групи риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сирі маси	3,9±0,1	4,7±0,07***	4,9±0,01***
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	27,08±1,27	27,01±1,00	25,99±0,60
Диацилгліцероли	16,79±0,45	17,89±0,95	17,48±0,74
Неестерифікований холестерол	29,05±0,85	27,50±0,56	28,11±0,70
НЕЖК	5,18±0,67	6,11±0,37	6,75±0,55
Триацилгліцероли	13,12±1,05	11,03±0,64	12,04±0,53
Естери холестеролу	8,93±0,53	10,43±0,84	9,49±0,28

Ці дані свідчать, що згодування рибам вітамінно-мінеральної добавки призводить до збільшення відносного вмісту загальних ліпідів у ікрі. При цьому таке зростання було виражене більшою мірою у самиць коропів другої дослідної групи, які отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів. Оскільки відомо, що ліпіди є основним джерелом енергії в ікрі риб, ці

результати слід вважати такими, які мають важливе практичне значення для подальшого розвитку молодняку коропів [39, 60]. Разом з цим, необхідно зауважити, що зміни співвідношення окремих класів ліпідів у ікрі самиць коропів дослідних груп порівняно до контрольної були не вірогідні.

3.2.4. Вплив вітамінно-мінеральної добавки до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст ліпідів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі цьоголіток коропа. У таблиці 3.11 представлено дані, одержані при дослідженні ліпідного складу скелетних м'язів цьоголіток, які отримані від риб, яким за місяць до передбачуваного нересту згодовували вітамінно-мінеральну добавку.

Встановлено, що згодовування рибам у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки не призводить до суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах цьоголіток, отриманих з їх ікри. Проте звертає на себе увагу виявлене нами зростання відносного вмісту неестерифікованого холестеролу у риб другої дослідної групи ($p < 0,05$) порівняно до контрольної.

Таблиця 3.11

Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах цьоголіток коропа, ($M \pm m$; $n=4$)

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сирії маси	4,7±0,1	5,1±0,08	5,2±0,08
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	17,08±1,5	17,86±0,93	19,24±0,49
Диацилгліцероли	11,71±1,13	10,04±1,1	9,61±0,49
Неестерифікований холестерол	14,92±0,87	17,09±0,74	18,34±1,06*
НЕЖК	11,15±0,24	11,19±0,58	11,61±0,77
Триацилгліцероли	31,56±1,02	30,44±0,91	29,03±0,86
Естери холестеролу	13,35±0,50	13,35±0,50	12,15±0,55

Подібні результати отримані також при дослідженні ліпідного складу гепатопанкреасу цьоголіток, отриманих від риб, яким згодовували різні дози вітамінів і мікроелементів (табл. 3.12). Аналіз даних показав, що зміни вмісту загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів були незначними і статистично невірогідними.

Таблиця 3.12

**Вміст ліпідів та співвідношення їх окремих класів у гепатопанкреасі
цьоголіток коропа (M±m; n=4)**

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сиріої маси	4,9±0,3	4,7±0,03	4,6±0,8
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	17,81±0,8	19,29±0,82	16,99±0,65
Диацилгліцероли	10,12±1,6	9,33±1,47	10,15±0,37
Холестерол	16,09±0,98	16,20±0,96	17,15±0,70
НЕЖК	11,56±1,37	13,46±0,78	12,73±0,70
Триацилгліцероли	30,64±0,64	28,05±0,99	28,17±1,03
Ефіри холестеролу	13,76±1,02	13,65±0,80	14,79±0,73

Таким чином, отримані результати дослідження свідчать про те, що згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки, що містить жиророзчинні вітаміни А, D₃, Е і мікроелементи Цинк, Селен та Йод суттєво не впливає на ліпідний склад скелетних м'язів та гепатопанкреасу, отриманих від цьоголіток.

3.2.5. Вплив вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів самиць коропів. Додавання до комбікорму жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е і мікроелементів Цинку Селену та Йоду в складі вітамінно-мінеральної добавки

впливало на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу самиць коропів (табл. 3.13). Зокрема, констатовано зменшення загального вмісту насичених та поліненасичених жирних кислот (переважно довголанцюгових) і зростання вмісту мононенасичених жирних кислот у гепатопанкреасі самиць коропів.

Таблиця 3.13

**Жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу самиць коропа, %
(M±m;n=3)**

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,05±0,11	1,13±0,06	0,69±0,08
Пальмітинова	16:0	26,35±2,30	26,11±0,22	17,78±0,14
Пальмітоолеїнова	c-7- 16:1	1,43±0,26	2,15±0,48	0,89±0,44
	c-9- 16:1	4,78±0,36	3,19±0,56	3,78±0,58
Маргарінова	17:0	0,36±0,04	0,41±0,21	0,43±0,02
Гептадецена	17:1	0,43±0,07	0,39±1,16	0,37±0,01
Стеаринова	18:0	9,33±0,74	11,32±1,14	9,12±0,28
Олеїнова	t 6 18:1	0,30±0,02	0,39±0,14	0,23±0,02
	cis 9 18:1	31,79±2,46	32,8±0,14	46,98±4,65*
	cis 11 18:1	5,80±0,26	5,29±0,26	5,46±0,25
Лінолева	c,c-9,12 18:2	6,39±0,58	6,40±0,69	7,24±0,46
Арахінова	20:0	0,03±0,007	0,05±0,009	0,05±0,006
Ліноленова	18:3 ω6 γ	0,32±0,04	0,42±0,07	0,34±0,009
Ліноленова	18:3 ω3 α	0,41 ±0,06	0,43±0,21	0,3±0,09
Ейкозенова	c 9 20:1	0,46±0,12	0,41±0,16	0,7±0,04
	c 11 20:1 ω9	2,76±0,6	2,77±0,40	3,24±0,14
	c 13 20:1	0,33±0,02	0,40±0,11	0,37±0,006
Ейкозадієнова	20:2	1,55±0,28	1,11±0,39	0,48±0,08*
Бегенова	22:0	0,16±0,05	0,23±0,08	0,06±0,02
Ейкозатриєнова	20:3	0,63±0,02	0,53±0,14	0,26±0,04**

Продовження таблиці 3.13

Арахідонова	20:4	2,48±0,29	1,80±0,35	0,81±0,14**
Ейкозапентаєнова	20:5	0,43±0,03	0,30±0,09	0,31±0,01
Нервонова	24:1 ω9	0,59±0,22	0,61±0,04	0,64±0,05
Докозагексаєнова	22:6	1,84±0,12	1,36±0,60	1,40±0,12
В т. ч. насичені		37,28	39,25	28,13
мононенасичені		48,67	48,4	62,66
поліненасичені		14,05	12,35	11,14

Збільшення загального вмісту мононенасичених жирних кислот спостерігається за рахунок зростання відносного вмісту ізомерів олеїнової та ейкозенової жирних кислот.

Аналіз вмісту насичених жирних кислот показав, що згодовування у складі вітамінно-мінеральної добавки до комбікорму жиророзчинних вітамінів та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену кількість цих кислот зменшується (28,13 проти 37,28 %). Зокрема, у гепатопанкреасі самиць коропів в 1,5 разу зменшувався відносний вміст пальмітинової кислоти 16:0 (D₂).

Водночас, у гепатопанкреасі самиць коропів 1-ї і 2-ї дослідної груп зменшувався вміст поліненасичених жирних кислот. Зокрема, у другій дослідній групі, де риби отримували більшу кількість вітамінів та мікроелементів у кількості 5000 ІО вітаміну А, 6666 ІО вітаміну D₃, 3,3 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену відповідно у вигляді калію йодистого – 10 мг/кг комбікорму, цинку сульфату – 60 мг/кг та натрію селеніту – 0,5 мг/кг знижувався вміст ейкозадієнової 20:2 (p<0,05), ейкозатриєнової 20:3 (p<0,01), арахідонової 20:4 (p<0,01) кислот.

Як видно з даних, наведених у таблиці 3.14, додавання до раціону риб вітамінів і мікроелементів сприяло зменшенню вмісту насичених та збільшенню вмісту ненасичених (як моно- так і поліненасичених) кислот у скелетних м'язах самиць коропів. При цьому зниження вмісту насичених

жирних кислот в особин 2-ої дослідної групи відбувалося за рахунок зниження вмісту пальмітинової кислоти ($p < 0,05$).

Більша доза жиророзчинних вітамінів та мікроелементів у складі добавки до комбікорму викликала підвищення вмісту мононенасичених жирних кислот з 61,37 до 64,75 % (D_2) у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропа.

Таблиця 3.14

Жирнокислотний склад ліпідів скелетних м'язів самиць коропа, %
($M \pm m$; $n=3$)

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,13 \pm 0,13	0,99 \pm 0,09	0,76 \pm 0,07
Пальмітинова	16:0	19,06 \pm 0,79	18,14 \pm 1,74	14,14 \pm 0,74*
Пальмітоолеїнова	c-7- 16:1	0,70 \pm 0,05	0,74 \pm 0,16	0,54 \pm 0,07
	c-9- 16:1	6,44 \pm 0,76	5,64 \pm 1,03	4,47 \pm 0,20
Маргарінова	17:0	0,22 \pm 0,03	0,22 \pm 0,07	0,15 \pm 0,02
Гептадецена	17:1	0,32 \pm 0,05	0,31 \pm 0,12	0,25 \pm 0,07
Стеаринова	18:0	7,32 \pm 0,08	8,66 \pm 1,52	8,16 \pm 0,75
Олеїнова	t 6 18:1	0,35 \pm 0,02	0,33 \pm 0,04	0,29 \pm 0,006*
	cis 9 18:1	44,84 \pm 2,08	43,03 \pm 5,41	50,81 \pm 1,59
	cis 11 18:1	5,45 \pm 0,28	6,24 \pm 0,33	4,59 \pm 0,30
Лінолева	c,c-9,12 18:2	7,52 \pm 0,88	8,25 \pm 1,28	8,96 \pm 1,09
Ліноленова	18:3 ω 6 γ	0,31 \pm 0,03	0,41 \pm 0,06	0,38 \pm 0,006
	18:3 ω 3 α	0,77 \pm 0,19	0,76 \pm 0,33	0,70 \pm 0,14
Ейкозенова	c 9 20:1	0,55 \pm 0,08	0,53 \pm 0,03	0,8 \pm 0,08
	c 11 20:1 ω 9	2,72 \pm 0,36	2,91 \pm 0,51	3 \pm 0,28
Ейкозадієнова	20:2	0,41 \pm 0,08	0,43 \pm 0,14	0,33 \pm 0,07
Бегенова	22:0	0,04 \pm 0,009	0,05 \pm 0,02	0,04 \pm 0,006
Ейкозатриєнова	20:3	0,3 \pm 0,06	0,34 \pm 0,07	0,35 \pm 0,03
Арахідонова	20:4	0,76 \pm 0,21	0,87 \pm 0,31	0,67 \pm 0,19
Ейкозапентаєнова	20:5	0,46 \pm 0,18	0,37 \pm 0,15	0,21 \pm 0,05

Продовження таблиці 3.14

Докозагексаєнова	22:6	0,33±0,2	0,56±0,17	0,43±0,06
В т. ч. насичені		27,77	28,07	23,22
мононенасичені		61,37	59,73	64,75
поліненасичені		10,86	12,2	12,03

Аналіз даних показав, що зростання вмісту поліненасичених жирних кислот ускладі ліпідів скелетних м'язів самиць коропів відбувався за рахунок зростання лінолевої 18:2, γ -ліноленової 18:3 ω 6 і докозагексаєнової 22:6 кислот.

3.2.6. Вплив вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період на жирнокислотний склад ліпідів в ікрі самиць коропа. У таблиці 3.15 наведено дані змін жирнокислотного складу загальних ліпідів в ікрі коропів під впливом згодовування самицям у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки, що містила жиророзчинні вітаміни та сполуки Йоду, Селену та Цинку.

Таблиця 3.15

Жирнокислотний склад ікри коропа, % (M±m, n=3)

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,8±0,3	0,86±0,01*	0,88±0,03*
Пальмітинова	16:0	21,93±0,85	26,4±0,81*	25,81±0,97*
Пальмітоолеїнова	c-7 16:1	1,5±0,15	2,01±0,03	2,01±0,08
	c-9 16:1	5,64±0,29	6,7±0,09**	6,67±0,31*
Маргарінова	17:0	0,5±0,03	0,18±0,004***	0,19±0,008***
Гептадецена	17:1	0,9±0,24	0,24±0,03*	0,27±0,01*
Стеаринова	18:0	6,73±0,68	9,56±0,30**	8,75±0,29*
Олеїнова	t 6 18:1	0,47±0,11	0,21±0,02*	0,26±0,03
	cis 9 18:1	27,18±1,9	27,49±0,43	28,96±1,07
	cis 11 18:1	5,18±0,27	6,83±0,1***	7,13±0,28**

Продовження таблиці 3.15

Лінолева	c,c-9,12 18:2	10,07±3,2	2,29±0,07*	2,63±0,19*
Арахінова	20:0	0,18±0,06	0,04±0,004	0,11±0,009
Ліноленова	18:3 ω3 α	0,88±0,35	0,08±0,007*	0,07±0,01*
Ейкозенова	c 11 20:1 ω9	1,18±0,22	1,86±0,01*	2,46±0,12***
Ейкозациєнова	20:2	0,25±0,01	0,37±0,01***	0,34±0,008***
Ейкозатриєнова	20:3	0,67±0,08	0,92±0,04*	0,85±0,13
Арахідонова	20:4 ω6	3,77±0,24	4,95±0,32*	4,34±1,0
	20:4 n3	0,83±0,09	0,93±0,05	0,87±0,16
Ейкозапентаєнова	20:5	0,93±0,07	0,19±0,02***	0,09±0,02***
Бегенова	22:0	0,57±0,06	2,35±0,12***	2,75±0,43**
Нервонова	24:1 ω9	1,39±0,19	2,38±0,26	2,27±0,31
Докозапентаєнова	22:5	0,7±0,06	0,47±0,02**	0,36±0,08*
Докозагексаєнова	22:6	6,85±0,6	2,52±0,29***	2,42±0,96**
В т. ч. насичені		31,71	39,39	38,49
мононенасичені		43,44	47,72	50,03
поліненасичені		24,85	12,89	11,94

З представлених у таблиці даних видно, що додаткове згодовування вітамінів та мікроелементів у різних кількостях спричиняє зміни жирнокислотного складу ліпідів ікри у риб дослідних груп. Зокрема, встановлено збільшення загального вмісту насичених і мононенасичених жирних кислот з одночасним зменшенням відносного вмісту поліненасичених жирних кислот в ікрі самиць коропів дослідних груп порівняно до контрольної. За рахунок чого відбувається такий перерозподіл співвідношення окремих жирних кислот у складі ліпідів ікри було показано вище.

З наведених у таблиці 3.15 даних бачимо, що зростання відносного вмісту насичених жирних кислот у складі ліпідів ікри відбувалося в основному за рахунок збільшення вмісту стеаринової та пальмітинової кислот, при цьому ці

зміни були виражені більшою мірою в ікрі, отриманій від риб першої дослідної групи.

Так, встановлено, що згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки призводить до збільшення відносного вмісту пальмітинової кислоти з 21,93 % у ліпідах ікри, одержаної від риб контрольної групи до 26,4 і 25,81% відповідно у ліпідах риб першої і другої дослідних груп ($p < 0,01$). Водночас, відносний вміст стеаринової кислоти зростав з 6,73 % в ліпідах ікри риб контрольної групи до відповідно 9,56 і 8,75 % у ліпідах ікри, отриманої від риб дослідних груп. Ці дані свідчать про зростання ступеня насиченості ліпідів ікри під впливом згодовування самицям коропів кормової добавки, що містить жиророзчинні вітаміни та сполуки Йоду, Селену та Цинку. Причинно-наслідкове значення таких змін вимагає подальших досліджень ензиматичних механізмів синтезу насичених жирних кислот у самиць коропів у переднерестовий період. Разом з цим, нами зафіксовано певне зростання ($p < 0,01$) відносного вмісту мононенасиченої пальмітоолеїнової кислоти у складі ліпідів ікри коропа за дії досліджуваних чинників.

Звертають на себе увагу дані про зменшення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів ікри самиць коропів під впливом згодовування вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період. Зокрема, відносний вміст лінолевої кислоти зменшувався майже у 4 рази з 10,07 % в контрольній групі до 2,29 і 2,63 % відповідно у ліпідах ікри риб першої і другої дослідних груп ($p < 0,001$), а вміст докозагексаєнової кислоти зменшувався у 2,7 разу з 6,85 до 2,52 і 2,42 % відповідно ($p < 0,01 - 0,001$). 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 – носять різнонаправлений характер.

3.2.7. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів цьоголіток. Додавання до комбікорму самиць коропів у переднерестовий період суміші жиророзчинних вітамінів та мікроелементів вплинуло на жирнокислотний склад гепатопанкреасу отриманих від них цьоголіток коропа (табл. 3.16). Зокрема констатовано зменшення загального вмісту насичених і зростання вмісту ненасичених (мононенасичені та поліненасичені) жирних кислот у гепатопанкреасі риб дослідних груп порівняно до контрольної.

Таблиця 3.16

Жирнокислотний склад гепатопанкреасу цьоголіток коропа, % (M±m; n=3)

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,57±0,44	0,93±0,22	1,49±0,19
Пентадеканова	15:0	0,76±0,09	0,72±0,04	0,64±0,04
Пальмітинова	16:0	23,79±1,43	23,76±1,35	22,64±2,15
Пальмітоолеїнова	c-7- 16:1	3,34±0,23	2,36±0,27*	2,58±0,5
	c-9- 16:1	3,13±0,07	2,53±0,13*	5,85±1,06
Маргаринаова	17:0	1,22±0,13	1,35±0,47	1,08±0,14
Гептадеценаова	17:1	1,48±0,41	1,08±0,22	1,31±0,44
Стеаринова	18:0	9,94±0,18	9,16±0,57	6,8±0,63**
Олеїнова	t 6 18:1	2,63±0,56	0,48±0,07*	0,47±0,005*
	cis 9 18:1	11,09±1,7	13,78±4,56	13,63±3,02
	cis 11 18:1	4,84±0,4	4,27±0,12	5,39±0,19
Лінолева	c,c-9,12 18:2	8,19±1,82	7,5±0,88	9,6±2,24
Арахінова	20:0	0,33±0,06	0,4±0,1	0,54±0,11
Ліноленаова	18:3 ω3 α	1,55±0,2	0,8±0,1*	3,82±1,22
Ейкозенова	c 11 20:1 ω9	0,83±0,05	0,93±0,09	0,96±0,19
Ейкозациенова	20:2	0,40±0,02	0,67±0,03	0,41±0,02
Ейкозатриєнова	20:3	1,02±0,09	1,15±0,07	0,87±0,08

Продовження таблиці 3.16

Арахідонова	20:4 ω6	7,10±0,9	8,88 ±1,66	5,88±1,37
	20:4 n3	0,83±0,27	0,72±0,3	0,76±0,1
Ейкозапентаєнова	20:5	2,78±0,68	2,42±0,48	2,86±0,11
Докозапентаєнова	22:5 ω3	2,03±0,45	1,0±0,23	1,49±0,12
Докозагексаєнова	22:6	9,13±1,6	12,9±1,78	9,75±3,02
В т. ч. насичені		37,61	36,47	33,19
мононенасичені		29,76	27,47	31,37
поліненасичені		32,63	36,04	35,44

Аналіз вмісту насичених жирних кислот показав, що за умов додавання до комбікорму жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену, кількість цих кислот зменшується (відповідно до 36,47 та 33,19 проти 37,61 %). Зокрема у гепатопанкреасі цьоголіток коропів зменшувався відносний вміст стеаринової кислоти 18:0 ($p < 0,01$) у другій дослідній групі, що отримувала більшу дозу. Водночас, загальний вміст мононенасичених жирних кислот збільшувався за рахунок пальмітоолеїнової (с-9- 16:1), олеїнової (сiс 9 18:1 та сiс 11 18:1) та ейкозенової жирних кислот. Крім цього нами зафіксовано збільшення вмісту поліненасичених жирних. Причому таке збільшення відбувалося за умов зростання відносного вмісту ейкозатриєнової та докозагексаєнової кислот. Життєво важлива роль незамінних (есенціальних) поліненасичених жирних кислот в організмі риб полягає в тому, що вони, в основному, входять у склад фосфоліпідів, котрі є основними структурними елементами клітинних мембран [179, 200, 224].

У таблиці 3.17 наведено дані жирнокислотного складу ліпідів скелетних м'язів цьоголіток, отриманих від самиць, що у переднерестовий період отримували добавки вітамінів і мікроелементів. При аналізі представлених даних звертає на себе увагу більш високий вміст поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів скелетних м'язів цьоголіток коропів першої дослідної групи порівняно з контрольною відповідно з 41,10 проти 32,85 %. Таке

збільшення відбувалося завдяки зростанню відносного вмісту лінолевої кислоти ($p < 0,05$), яка у великій кількості міститься у природних кормах, що слугують основним джерелом поживних речовин для цьоголіток. Разом з цим нами зафіксовано зменшення відносного вмісту іншої поліненасиченої жирної кислоти — ліноленової ($p < 0,05$).

Таблиця 3.17

Жирнокислотний склад скелетних м'язів цьоголіток коропа, % ($M \pm m$; $n=3$)

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Лауринова	12:0	0,36±0,07	0,25±0,06	0,75±0,37
Міристинова	14:0	2,39±0,75	1,09±0,08	1,48±0,16
Пентадеканова	15:0	0,92±0,21	0,6±0,03	0,54±0,03
Пальмітинова	16:0	22,44±0,23	20,38±0,55*	22,14±0,53
Пальмітоолеїнова	c-7 16:1	1,61±0,08	1,45±0,03	1,42±0,005
	c-9 16:1	4,62±0,29	2,53±0,13**	5,57±0,59
Маргарінова	17:0	1,02±0,07	0,86±0,15	0,77±0,07
Гептадецена	17:1	1,2±0,3	1,02±0,26	0,99±0,06
Стеаринова	18:0	8,95±0,18	9,61±0,52	7,97±0,33
Олеїнова	t 6 18:1	0,99±0,53	0,84±0,29	0,51±0,12
	cis 9 18:1	15,92±3,62	12,61±1,98	19,9±1,84
	cis 11 18:1	5,06±0,16	4,41±0,58	6,07±0,19*
Ліолева	c,c-9,12 18:2	9,25±1,86	14,55±1,30	8,76±0,71
Арахінова	20:0	0,59±0,08	0,59±0,08	0,68±0,18
Ліноленова	18:3 ω3 α	2,00±0,46	1,24±0,38*	4,21±0,44
Ейкозенова	c 11 20:1 ω9	0,59±0,11	0,87±0,04	1,21±0,13*
Ейкозациєнова	20:2	0,37±0,05	0,61 ±0,06	0,38 ±0,04
Ейкозатрисєнова	20:3	1,23±0,13	1,33±0,02	1,3±0,06
Арахідонова	20:4 ω6	5,45±1,54	6,65±0,63	4,51±0,65
	20:4 n3	0,78±0,12	0,67±0,11	0,32±0,12

Продовження таблиці 3.17

Ейкозапентаєнова	20:5	5,52±1,62	3,79±0,24	4,47±0,8
Нервонова	24:1 ω9	1,39±0,09	1,78±0,13	0,79±0,1
Докозапентаєнова	22:5	2,15±0,81	1,61±0,16	1,81±0,45
Докозагексаєнова	22:6	6,1±2,1	10,93±0,8	5,13±1,3
В т. ч. насичені		36,67	33,38	34,33
мононенасичені		30,48	25,52	36,46
поліненасичені		32,85	41,10	30,51

Зменшення відносного вмісту насичених жирних кислот обох дослідних груп відбувалося головним чином за рахунок зменшення пальмітинової ($p < 0,05$) та міристинової кислот. А зменшення мононенасичених відбувалося шляхом зменшення відносного вмісту пальмітоолеїнової (с-9 16:1) та олеїнової жирних кислот у групі риб, які отримували меншу кількість вітамінів та мікроелементів.

3.2.8. Показники плодючості та виходу цьоголітки за умов згодовування самицям коропів вітамінно-мінеральної добавки з різними кількостями жиророзчинних вітамінів та мікроелементів. Реалізація генетично зумовленої закладки репродуктивних органів коропових риб значною мірою залежить від екологічних чинників, умов їх утримання [54, 55]. Значущими є якість водного середовища, а також наявність кормового субстрату з усіма необхідними поживними та енергетичними речовинами [49, 57]. Період розмноження коропа часто є критичним, тому у цей час багато чинників довкілля стають лімітуючими. Життєстійкість ембріонів та майбутніх личинок тісно корелює з якістю овульованої ікри, що значною мірою залежить від кількісного та якісного складу у ній амінокислот та вітамінів [73, 75].

У таблиці 3.18 та на рисунку 3.5 наведено показники, які характеризують відтворювальну здатність самиць коропів, яким у переднерестовий період згодовували вітамінно-мінеральну добавку. З даних, наведених у цій таблиці бачимо, що всі показники плодючості є вищими у риб дослідних груп

порівняно до контрольної, що вказує про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на господарські показники, які свідчать про репродуктивну здатність самиць коропів, а також на показники, які характеризують вихід цьоголіток із отриманої від самиць ікри.

Таблиця 3.18

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

Показники		Група риб		
		контроль	дослідна 1	дослідна 2
Абсолютна плодючість, ік/ос.		308333±1098,3	390000±7800***	341667±9853,4*
Відносна плодючість,	ік/кг	76320±943,7	128289±3476,3***	114653±6963,1**
	%	9,16±0,52	19,24±0,29***	13,76±0,73***
Вихід цьоголітки, %		46±1,7	55±2,3*	53±1,7*
Середня маса цьоголітки, г		61,3±0,72	65,5±1,5	71,7±0,58***
Загальна маса цьоголіток, кг		31±1,15	35,3±0,33*	38±1,73*

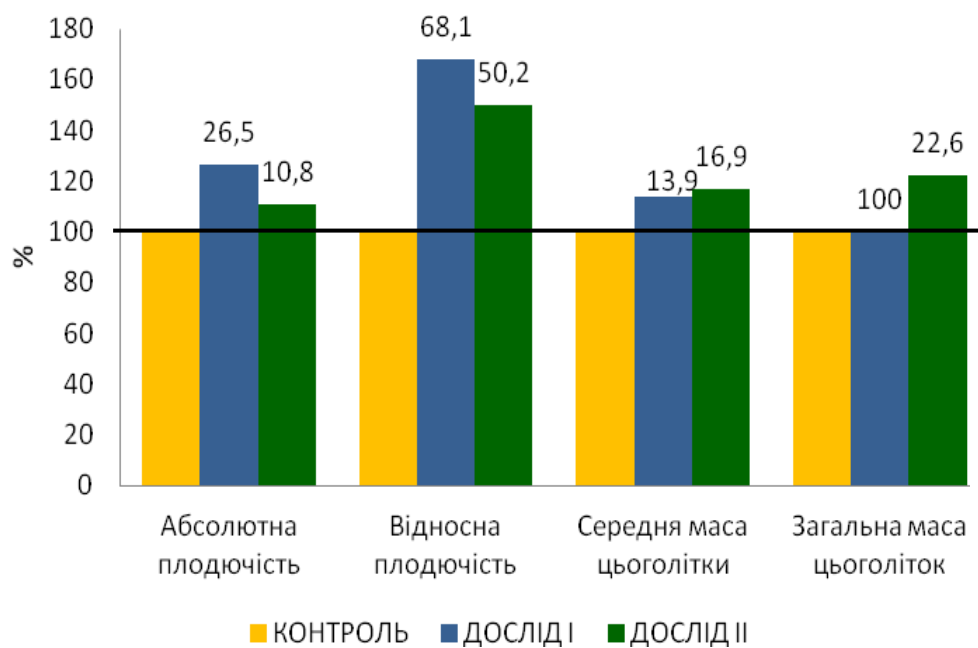


Рис. 3.5. Показники плодючості та виходу цьоголітки (зміни щодо контролю у відсотках)

Зокрема, встановлено, що абсолютна і відносна плодючість у риб дослідних груп є більшою, порівняно з показниками плодючості риб контрольної групи. При цьому, ці зміни були виражені більшою мірою у риб першої дослідної групи, які у переднерестовий період отримували меншу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки до комбікорму.

Натомість, середня і загальна маса цьоголіток була більшою у риб, що були отримані від самиць коропів другої дослідної групи. Ці дані свідчать про більшу ефективність згодовування підвищеної кількості вітамінів А, D₃, Е і мікроелементів, Йоду, Селену та Цинку на кінцевий вихід цьоголіток.

Тому у цей короткий час вирішальне значення має забезпеченість самиць коропів необхідними поживними речовинами, які сприятимуть не лише активному дозріванню статевих продуктів, а й опосередкованому формуванню ростового потенціалу майбутнього потомства [104, 105,109].

Висновки до підрозділу 3.2

1. Згодування самицям коропів у переднерестовий період жиророзчинних вітамінів та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму сприяло накопиченню Цинку та Селену у скелетних м'язах самиць і цьоголіток та ікрі коропів ($p < 0,05-0,001$), що викликало збільшення ($p < 0,05$) вмісту відновленого глутатіону та підвищення каталазної активності у крові самиць коропів дослідних груп порівняно до контрольної ($p < 0,05$). За цих умов у плазмі крові самиць коропів дослідних груп зафіксовано зниження вмісту гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів ($p < 0,01$).

2. Констатовано зростання кількості загальних ліпідів у гепатопанкреасі ($p < 0,01$) та ікрі ($p < 0,001$) самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки. Водночас, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб другої дослідної групи був у 1,5 разу більший ($p < 0,001$), а відносний вміст триацилгліцеролів – у 1,65 разу ($p < 0,01$) менший, ніж у риб контрольної групи. При цьому у гепатопанкреасі самиць коропів ці зміни були виражені більшою мірою, про що свідчать збільшення у риб 1-ї і 2-ї дослідних груп відносної

кількості фосфоліпідів ($p < 0,01$) і відповідне зменшення ($p < 0,01$) відносної кількості триацилгліцеролів ($p < 0,01$).

3. Згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки не викликало суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах та гепатопанкреасі цьоголіток, отриманих з їх ікри. Водночас зафіксовано зростання ($p < 0,05$) відносного вмісту неестерифікованого холестеролу у скелетних м'язах риб другої дослідної групи, які у складі добавки отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

5. Застосування вітамінно-мінеральної добавки викликало зростання вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропів та у складі ліпідів гепатопанкреасу цьоголіток коропа, а також спричиняло зростання вмісту насичених та мононенасичених жирних кислот у складі ліпідів ікри. При цьому виявлено позитивний вплив вітамінно-мінерального комплексу на репродуктивну функцію самиць, зокрема зростання абсолютної та відносної плодючості.

Результати наведених вище експериментальних досліджень представлені в наступних публікаціях [111, 112, 113, 115]

3.3. Вплив застосування різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки до раціону дворічок коропа у кінці вегетаційного періоду на вміст Цинку та Селену, активність антиоксидантної системи та обмін ліпідів.

3.3.1. Вміст Цинку та Селену, активність системи антиоксидантного захисту й інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у дворічок коропів за дії вітамінів А, D₃, Е, Цинку, Селену і Йоду у складі вітамінно-мінеральної добавки. Проведені дослідження показали, що згодовування дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду вітамінно-мінеральної добавки сприяє нагромадженню у скелетних м'язах Цинку та Селену (табл. 3.19). Так, у

скелетних м'язях риб першої і другої дослідних груп вміст Цинку збільшився відповідно в 1,3 ($p < 0,001$) та 1,5 ($p < 0,01$) рази, а Селену – 1,25 і 1,5 ($p < 0,05$) рази.

Таблиця 3.19

**Вміст Цинку та Селену у скелетних м'язях дворічок коропів,
мг/кг ($M \pm m$, $n=3$)**

Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Вміст Цинку у скелетних м'язях дворічок коропа		
$3,64 \pm 0,05$	$4,60 \pm 0,09^{***}$	$5,54 \pm 0,25^{**}$
Вміст Селену у скелетних м'язях дворічок коропа		
$0,04 \pm 0,0008$	$0,05 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,002^*$

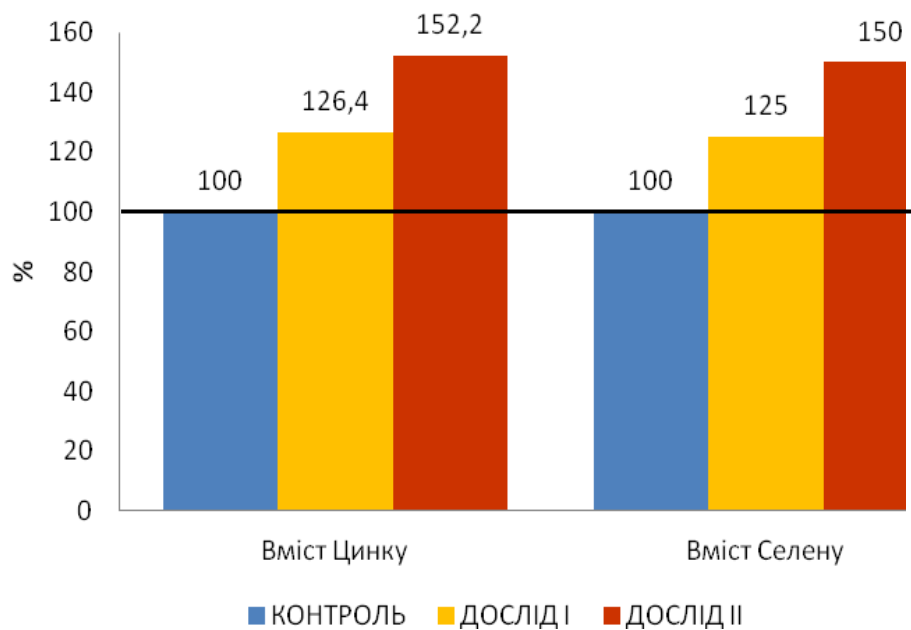


Рис. 3.6. Вміст Цинку та Селену у скелетних м'язях дворічок коропів (зміни щодо контролю у відсотках)

Зростання вмісту Цинку та Селену у скелетних м'язях дворічок коропів викликало зміни активності антиоксидантної системи (табл. 3.20, рис 3.7). Зокрема, каталазна активність у крові риб першої та другої дослідних груп була

відповідно в 2,1 та 2,4 разу вища ($p < 0,01$), ніж у коропів контрольної групи. При цьому у крові коропів, яким згодовували вітамінно-мінеральну добавку зафіксовано тенденцію до підвищення супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази активності, особливо в особин другої дослідної групи.

Таблиця 3.20

Вміст відновленого глутатіону й активність антиоксидантних ензимів в еритроцитах крові дворічок коропів ($M \pm m$; $n=4$)

Досліджувані показники	Група риб		
	контроль	дослідна 1	дослідна 2
Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка	2,11±0,33	2,17±0,43	2,24±0,14
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH/хв г білка	18,23±0,54	18,87±0,94	19,1±0,52
Відновлений глутатіон, мкмоль/мл	0,27±0,03	0,29±0,04	0,28±0,03
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за хв. $\cdot 10^{-5}$	2,20±0,41	4,65±0,19**	5,35±0,21**

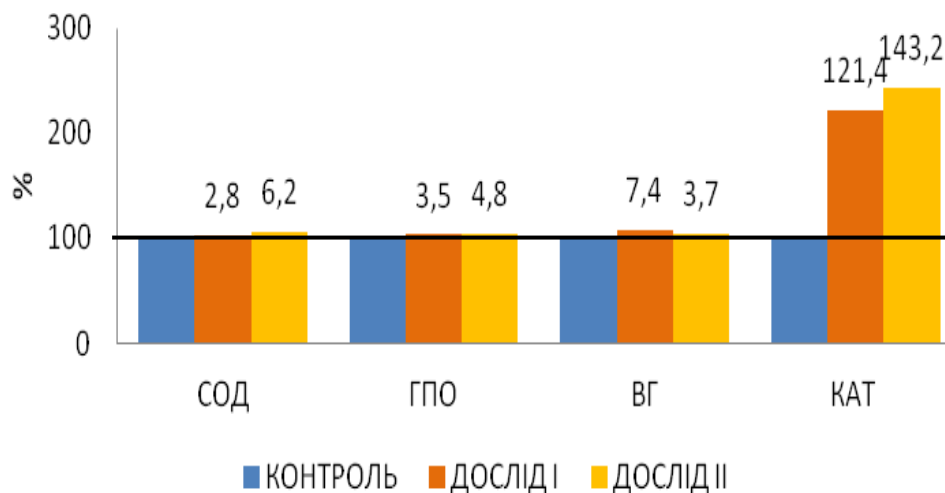


Рис. 3.7. Вміст відновленого глутатіону й активність антиоксидантних ензимів в еритроцитах крові дворічок коропів (зміни щодо контролю у відсотках)

Виявлене підвищення супероксиддисмутази активності за дії добавок вітамінів та мікроелементів можна пояснити впливом наявного у мінеральній

добавці сульфату цинку, оскільки, як відомо, Цинк входить до складу простетичної групи супероксиддисмутази [115], а Селен знаходиться в активному центрі глутатіонпероксидази [67, 149, 163].

З наведених нище (табл. 3.21, рис. 3.8) даних бачимо, що згодовування дворічкам коропів суміші жиророзчинних вітамінів та мікроелементів у кінці вегетаційного періоду спричинило зниження інтенсивності процесів пероксидації ліпідів у їхньому організмі.

Таблиця 3.21

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

Досліджувані показники	Група риб		
	контрольна	дослідна 1	дослідна 2
Гідроперекиси ліпідів, од.Е 480/мл	1,27±0,03	1,21±0,02	1,15±0,02*
ТБК-активні продукти, нмоль/мл	2,33±0,07	2,23±0,07	2,15±0,1

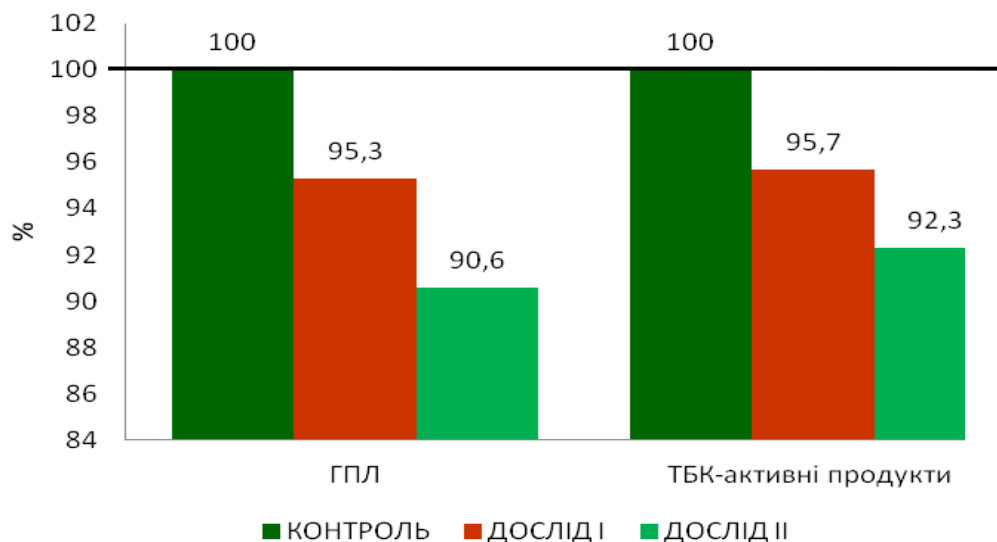


Рис. 3.8. Вміст продуктів ПОЛ у плазмі крові дворічок коропів (зміни щодо контролю у відсотках)

Ці зміни були виражені більшою мірою у крові коропів другої дослідної групи за вмістом проміжних продуктів пероксидації ліпідів. Так, вміст

гідроперекисів ліпідів у плазмі крові коропів другої групи був менший ($p < 0,05$), ніж у контрольній.

Зменшення вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів у плазмі крові дворічок коропів обумовлене підвищенням активності ензимів антиоксидантного захисту в їх організмі.

Зниження рівня продуктів пероксидації ліпідів у крові коропів дослідних груп може бути викликано зростанням неферментативної ланки антиоксидантного захисту, яку пов'язують з жиророзчинними вітамінами.

3.3.2 Вплив застосування жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду до раціону дворічок коропів на вміст загальних ліпідів та окремих їх класів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі. Результати проведених досліджень показали (табл. 3.22), що згодовування коропам дослідних груп у складі раціону добавки, яка містила вказані вище вітаміни та мікроелементи спричинило дозозалежний вплив на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах. Зокрема, у скелетних м'язах коропів 2-ї вміст загальних ліпідів вміст загальних ліпідів був у 1,5 разу ($p < 0,001$) більший, ніж у контрольній.

Водночас згодовування коропам 1-ї 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.

Таблиця 3.22

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

Досліджувані показники	Група риб		
	контрольна	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сирової маси	3,4±0,12	3,7±0,09	5,03±0,09***
Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	17,86±0,27	21,3±0,58**	22,04±0,05***

Продовження таблиці 3.22

Диацилгліцероли	10,17±0,67	13,6±1,21	8,00±0,8
Неестерифікований холестерол	17,43±0,3	18,11±0,68	20,69±0,42**
НЕЖК	8,67±0,76	10,42±0,16	12,33±0,6*
Триацилгліцероли	26,47±0,89	28,4±1,28	31,54±0,9*
Естери холестеролу	19,41±0,75	8,17±0,55***	5,97±0,37***

Так, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб першої і другої дослідних груп був відповідно на 3,4 ($p<0,01$) і 4,2 % ($p<0,001$) більший, а частка естерифікованого холестеролу в 2,4 ($p<0,001$) і 3,1 разу ($p<0,001$) менша, ніж у контролі. Добавка, що містила більшу кількість вітамінів і мікроелементів викликала значне збільшення у скелетних м'язах риб частки неестерифікованого холестеролу ($p<0,01$), неестерифікованих жирних кислот (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, зумовлено подальшим використанням їх в енергетичних процесах, що особливо важливо у період зимового голодування.

Подібні зміни виявлено також при дослідженні ліпідного складу гепатопанкреасу риб за дії вітамінно-мінеральної добавки (табл.3.23). Так, згодовування коропам добавки, що містила жиророзчинні вітаміни А, D₃, Е та мікроелементи Цинк, Йод і Селен викликало зростання вмісту загальних ліпідів у їх гепатопанкреасі, при цьому значні зміни ($p<0,001$) виявлено у групі риб, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

Таблиця 3.23

Вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у гепатопанкреасі дворічок коропа ($M\pm m$; $n=4$)

Досліджувані показники	Група риб		
	контрольна	дослідна 1	дослідна 2
Загальні ліпіди, г/кг сирої маси	3,8±0,06	4,00±0,06	5,2±0,15***

Класи ліпідів, % від загальних ліпідів			
Фосфоліпіди	18,66±0,32	21,51±0,67*	27,7±0,87***
Диацилгліцероли	16,8±1,74	20,02±0,46	22,43±0,82*
Неестерифікований холестерол	16,55±1,61	16,52±0,34	16,91±1,84
НЕЖК	14,82±1,5	13,19±0,9	8,39±0,57*
Триацилгліцероли	18,68±1,08	20,47±0,29	14,44±1,94
Естери холестеролу	14,62±1,27	8,3±0,28*	10,13±1,78

Зміни вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки супроводжувались також змінами співвідношення їх окремих класів, і особливо у риб другої дослідної групи. Так, відзначено дозозалежне зростання відносної кількості фосфоліпідів ($p < 0,001$), диацилгліцеролів ($p < 0,05$) та зменшення естерифікованого холестеролу, НЕЖК ($p < 0,05$). Такі зміни свідчать про зростання загальних та частки структурних ліпідів за рахунок використання у цих процесах резервних.

3.3.3. Вплив вітамінно-мінеральної добавки на жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів дворічок коропа. У таблицях (3.24, 3.25) наведено дані про зміни жирнокислотного складу загальних ліпідів гепатопанкреасу та скелетних м'язів дворічок коропів під впливом згодовування у кінці вегетаційного періоду вітамінно-мінеральної добавки, що містила жиророзчинні вітаміни та сполуки Йоду, Селену та Цинку.

З представлених у таблиці 3.24 даних видно, що додаткове згодовування вітамінів та мікроелементів у різних кількостях призводить до змін жирнокислотного складу ліпідів гепатопанкреасу у риб дослідних груп. При цьому, у гепатопанкреасі коропів 1-ї і 2-ї дослідних груп зафіксовано тенденцію до зростання вмісту поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів (після згодовування вітамінно-мінеральної добавки відповідно до 17,5 і 15,55 % проти 14,1 % у риб контрольної групи). Таке збільшення вмісту поліненасичених

жирних кислот відбувалося головним чином за рахунок докозапентаєнової та докозагексаєнової кислот.

Тенденція до зростання вмісту поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у гепатопанкреасі коропів дослідних груп, можливо, зумовлена елонгаційною та десатуруючою дією згодовуваного Цинку у складі добавки наявні в цьому органі жирні кислоти. Разом з тим, можна вважати, що згодовувана добавка у складі комбікорму збільшує засвоєння жирних кислот із травного каналу в кров і тканини ри.

Таблиця 3.24

**Жирнокислотний склад ліпідів гепатопанкреасу дворічок коропа,
% (M±m; n=3)**

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,41±0,09	1,01±0,18	0,99±0,27
	iso 14:0	0,99±0,7	0,32±0,22	0,42±0,18
Міристолеїнова	14:1	0,75±0,15	1,37±1,09	1,09±0,63
Пентадеканова	15:0	0,2±0,04	0,42±0,23	0,23±0,06
Пальмітинова	16:0	18,59±0,38	16,42±0,84	20,69±0,9
Пальмітоолеїнова	c-7 16:1	1,19±0,08	0,82±0,06*	0,83±0,06*
	c-9 16:1	8,08±0,68	4,66±0,37*	6,77±0,94
Гексадекадиєнова	16:2	0,2±0,09	0,09±0,01	0,41±0,13
Гексадекатриєнова	16:3	0,18±0,04	0,19±0,09	0,28±0,13
Гексадекатетраєнова	16:4	0,28±0,18	0,18±0,06	0,22±0,14
Маргарінова	17:0	0,13±0,06	0,13±0,01	0,13±0,005
Стеаринова	18:0	8,28±0,68	9,33±0,89	9,65±1,69
Олеїнова	t - 18:1	0,55±0,02	0,43±0,07	0,44±0,04
	c-6 18:1	0,6±0,07	0,35±0,07	0,34±0,08
	c-9 18:1	30,55±1,29	31,81±2,5	27,19±2,26
	c-11 18:1	4,5±0,69	3,73±0,24	3,94±0,24
Лінолева	18:2 n6	5,03±0,14	8,73±0,3***	5,92±0,06**
Арахінова	20:0	0,46±0,11	0,78±0,7	0,77±0,46

Продовження таблиці 3.24

Ліноленова	18:3 n3	0,1±0,01	0,11±0,03	0,13±0,05
	18:3 n6	0,14±0,06	0,11±0,05	0,11±0,04
Октадекатетраєнова	18:4	0,38±0,03	0,3±0,01	0,29±0,07
Ейкозенова	c-9 20:1	0,31±0,08	0,27±0,03	0,23±0,07
	c-11 20:1 ω9	1,19±0,06	1,57±0,24	1,49±0,15
	c-13 20:1	0,57 ±0,24	0,43±0,06	0,47±0,08
Ейкозациєнова	20:2	0,26±0,01	0,49±0,09	0,33±0,05
Ейкозатриєнова	20:3 n6	0,71±0,005	1,07±0,18	0,99±0,17
Арахідонова	20:4 n6	0,17±0,06	0,06±0,01	0,07±0,02
	20:4 n3	0,94±0,02	0,61±0,08*	1,09±0,08
Ейкозапентаєнова	20:5 n3	0,32±0,1	0,26±0,04	0,34±0,07
Бегенова	22:0	3,36±0,29	2,02±0,45	2,61±0,3
Ерукова	c 9 22:1	4,19±0,39	6,63±1,89	6,17±1,89
Докозапентаєнова	22:5 n6	0,48±0,02	0,68±0,19	0,99±0,38
	22:5 n3	1,57±0,14	1,4±0,15	0,55±0,19
Докозагексаєнова	22:6 n6	1,58±0,31	2,07±0,91	2,22±0,38
	22:6 n3	1,76±0,36	2,03±0,45	1,84±0,54
В т. ч. насичені		33,42	30,43	35,49
мононенасичені		52,48	52,07	48,96
поліненасичені		14,1	17,5	15,55

Дослідженнями констатовано вірогідне зниження рівня мононенасичених (відповідно до 52,07 і 48,96 % проти 52,48 % у риб контрольної групи) жирних кислот у гепатопанкреасі. Зменшення спостерігається 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.

Як видно з даних, наведених у таблиці 3.25, додавання до раціону риб вітамінів і мікроелементів викликало збільшення у скелетних м'язах дворічок

коропів рівня як насичених так і поліненасичених жирних кислот. Разом з цим зменшувався загальний вміст мононенасичених жирних кислот.

Таблиця 3.25

**Жирнокислотний склад ліпідів скелетних м'язів дворічок коропа, %
(M±m; n=3)**

Назва кислоти	Код кислоти	Контроль	Дослід 1	Дослід 2
Міристинова	14:0	1,2±0,16	1,46±0,21	1,31±0,17
	iso 14:0	0,89±0,7	0,2±0,1	0,61±0,28
Міристолеїнова	14:1	1,32±0,7	0,13±0,07	0,92±0,44
Пентадеканова	15:0	0,31±0,05	0,38±0,08	0,28±0,06
Пальмітинова	16:0	20,8±1,47	22,18±1,89	21,66±1,5
Пальмітоолеїнова	c-7 16:1	0,87±0,15	0,73±0,04	0,74±0,08
	c-9 16:1	5,35±0,19	5,11±0,41	4,98±0,28
Гексадекадієнова	16:2	2,7±1,2	0,32±0,08	1,45±0,41
Гексадекатрієнова	16:3	0,45±0,3	0,12±0,03***	0,31±0,11**
Гексадекатетраєнова	16:4	0,42±0,22	0,09±0,02	0,27±0,08
Маргарінова	17:0	0,15±0,005	0,21±0,01*	0,36±0,07**
Стеаринова	18:0	6,98±0,66	8,72±0,17	7,6±0,78
Олеїнова	t 18:1	0,58±0,15	0,46±0,07	0,43±0,03
	c 6 18:1	0,32±0,03	0,31±0,02	0,25±0,03
	c 9 18:1	30,68±3,7	30,15±1,24	29,95±2,41
	c 11 18:1	2,99±0,46	2,9±0,09	2,63±0,17
Лінолева	18:2 n6	7,48±0,71	9,39±0,12	9,72±0,29*
Арахінова	20:0	0,43±0,08	0,24±0,04	0,22±0,05
Ліноленова	18:3 n3	0,14±0,02	0,1±0,005	0,12±0,02
	18:3 n6	0,38±0,27	0,08±0,01	0,19±0,07
Октадекатетраєнова	18:4	0,37±0,05	0,37±0,06	0,42±0,07
Ейкозенова	c 9 20:1	0,51±0,05	0,33±0,03*	0,34±0,09
	c 11 20:1 ω9	1,31±0,2	1,29±0,14	1,21±0,23
	c 13 20:1	0,85±0,14	0,88±0,06	0,77±0,07

Продовження таблиці 3.25

Ейкозациєнова	20:2	0,47±0,07	0,39±0,03	0,55±0,16
Ейкозатриєнова	20:3 n6	0,52±0,12	0,71±0,05	0,79±0,02
Арахідонова	20:4 n6	0,07±0,01	0,15±0,04	0,12±0,03
	20:4 n3	1,4±0,51	0,42±0,04	0,84±0,34
Ейкозапентаєнова	20:5 n3	1,04±0,2	1,44±0,19	1,21±0,27
Бегенова	22:0	3,15±1,22	1,63±0,21	2,6±0,69
Ерукова	c 9 22:1	2,38±0,33	3,41±0,18	3,07±0,37
Докозапентаєнова	22:5 n6	0,28±0,05	1,20±0,79***	0,42±0,11
	22:5 n3	0,73±0,18	0,88±0,13	0,9±0,12
Докозагексаєнова	22:6 n6	1,09±0,29	0,82±0,009	1,03±0,21
	22:6 n3	1,39±0,31	2,07±0,32	1,73±0,45
В т. ч. насичені		33,91	35,73	34,64
мононенасичені		47,16	45,70	45,29
поліненасичені		18,93	18,57	20,07

Таке збільшення поліненасичених жирних кислот у скелетних м'язах дворічок коропів відбувалося головним чином завдяки зростанню відносного вмісту лінолевої кислоти. Ці зміни були виражені більшою мірою у риб другої дослідної групи ($p < 0,05$). Дана кислота у великій кількості міститься у природних кормах, що слугують основним джерелом поживних речовин для коропів. У скелетних м'язах дворічок коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки констатовано тенденцію до зростання відносного вмісту ейкозапентаєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової поліненасичених жирних кислот. При цьому зафіксовано зниження рівня мононенасичених жирних кислот загальних ліпідів коропів дослідних груп проти контрольної (відповідно 45,70 та 45,29 % проти 47,16 %). Вказані зміни спостерігається за рахунок міристоолеїнової, олеїнової та ейкозенової жирних кислот.

3.3.4. Ріст дворічок коропів у кінці вегетаційного періоду за дії вітамінно-мінеральної добавки. Відомо, що у коропів в умовах промислового вирощування біля 25–30 % потреби у поживних речовинах забезпечується за рахунок споживання природних кормів – зообентосу та детриту [51, 55, 93]. Решту він отримує за рахунок поїдання штучних кормів, зокрема комбікорму [33, 36]. У годівлі коропів широко використовуються зернові кормосуміші, а також зерна злакових, що може супроводжуватись дефіцитом ряду вітамінів і мікроелементів в їхньому організмі. Це призводить до сповільнення росту, зниження резистентності і порушення низки фізіологічних функцій, що негативно впливає на рентабельність ставового рибництва [49, 64]. Тому актуальним є вивчення впливу різного складу раціону та вмісту в ньому вітамінів і мікроелементів на організм коропів та їх ріст наприкінці вегетаційного періоду.

Результати наших досліджень (табл. 3.26) показали, що ріст коропів суттєво залежить від складу раціону та вмісту в ньому вітамінів та мікроелементів.

Так, абсолютний приріст і довжина тіла коропів 1 і 2-ої груп, яким згодовували, відповідно, гранульований комбікорм з додатковою кількістю вітамінів та мікроелементів були значно більші, ніж у коропів контрольної групи, що утримувалися лише на гранульованому кормі без добавок вітамінів та мікроелементів. При цьому, абсолютний приріст та довжина тіла коропів 1-ої дослідної групи були відповідно на 11,7 і 8,6 % більшими ($p < 0,05$), ніж у коропів контрольної групи (рис. 3.9).

Таблиця 3.26

Ріст коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки ($M \pm m$, $n=10$)

Досліджувані показники	Група риб		
	Контроль	Дослідна 1	Дослідна 2
Абсолютний приріст, г	34,12±0,74	38,1±0,99*	37,70±2,60
Довжина тіла, см	2,7±0,17	2,93±0,67*	2,90±0,44

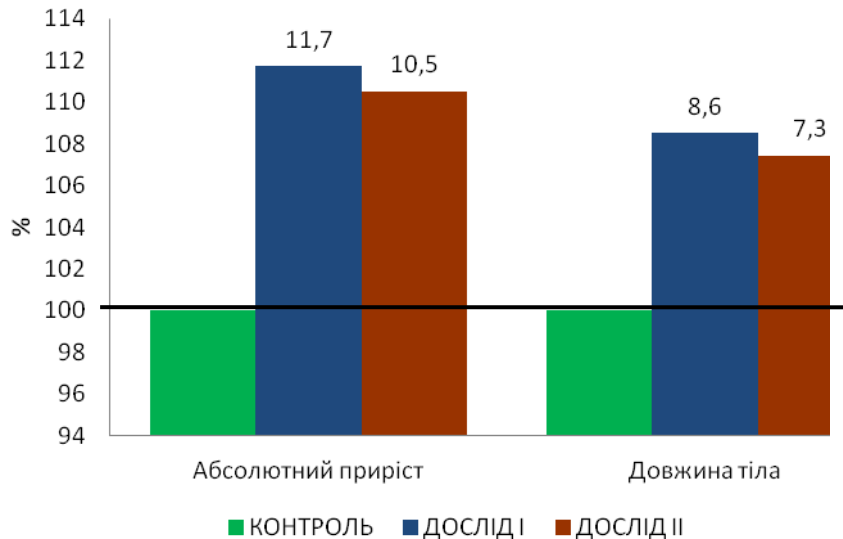


Рис. 3.9. Ріст коропів (зміни щодо контролю у відсотках)

Таким чином, результати наших досліджень свідчать про те, що коропи, яким згодовували, меншу кількість вітамінів та мікроелементів росли краще, ніж риби, які споживали лише стандартний гранульований комбїкорм.

Висновки до підрозділу 3.3

1. Згодування вітамінно-мінеральної добавки дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду сприяє накопиченню 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 та другої дослідних груп відповідно у 2,1 та 2,4 разу ($p < 0,01$) та зниження ($p < 0,05$) вмісту гідроперекисів ліпідів у коропів, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мінеральних елементів у складі добавки.

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

3. У гепатопанкреасі та скелетних м'язах дворічок коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки зафіксовано підвищення загального вмісту насичених та поліненасичених жирних кислот і зменшення загальної кількості мононенасичених.

4. Згодування дворічкам коропів у кінці вегетаційного періоду вітамінно-мінеральної добавки до комбікорму позитивно впливало на ріст коропів. При цьому більший абсолютний приріст та довжину тіла зафіксовано у коропів, які у складі добавки отримували меншу кількість вітамінів і мінеральних елементів.

Результати наведених вище експериментальних досліджень представлені в наступних публікаціях [25, 110]

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСІДЖЕНЬ

Короп є третім із видів прісноводних риб, що нині вирощують у світі [3]. Науковці та фахівці ведуть роботи щодо поліпшення його біологічних і продуктивних особливостей та господарських показників. Вивчення питань, пов'язаних з впливом жиророзчинних вітамінів та мікроелементів, зокрема Йоду, Цинку та Селену у раціоні риб на певні ланки метаболізму в їхньому організмі знаходиться в центрі уваги вітчизняних і зарубіжних дослідників. Відомо, що життєдіяльність ставових риб, зокрема коропа, значною мірою залежить від забезпечення їх потреби в цих вітамінах і мікроелементах, це зумовлено широким спектром їх біологічної дії в організмі риб [6, 49]. Тому доцільним є дослідження впливу вказаних вітамінів та мікроелементів на організм коропа.

У даній роботі досліджено вплив згодування з комбікормом мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у переднерестовий період самицям коропів на ліпідний обмін в ікрі та личинках, активність антиоксидантної системи та рівень продуктів пероксидації у крові. З'ясовано дію згодування різних кількостей жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинк, Селен і Йод у складі вітамінно-мінеральної добавки впродовж переднерестового та в кінці вегетаційного періодів коропам на вміст Цинку та Селену, ліпідний обмін у скелетних м'яхах, печінці та ікрі, активність антиоксидантної системи, ліпідну пероксидацію у крові, ріст та репродуктивну здатність коропів.

Встановлено, що згодування самицям коропа мікроелементів Цинку, Йоду і Селену у переднерестовий період призводить до зменшення продуктів пероксидації в їх крові. Зокрема, вміст гідроксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів у плазмі крові риб дослідної групи був відповідно у 2,8 і 2,5 разу менший, ніж у плазмі крові риб контрольної групи. Ці дані свідчать про

інгібуючий вплив досліджуваних добавок мікроелементів на вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів в організмі риб, зокрема у самиць коропів у переднерестовий період. Зменшення вмісту продуктів ПОЛ у плазмі крові самиць коропів імовірно обумовлене підвищенням активності ключових ензимів антиоксидантного захисту в їхньому організмі.

Дослідження показали, що активність ключового ензиму антиоксидантного захисту — супероксиддисмутази в еритроцитах риб дослідної групи в 1,7 разу вища ($p < 0,001$), порівняно із її активністю в еритроцитах самок коропів контрольної групи. При цьому констатовано підвищення ($p < 0,001$) каталазної активності у плазмі крові коропів за дії досліджуваних мінеральних елементів. Водночас глутатіонпероксидазна активність у крові коропів дослідної групи була на рівні контрольної.

Збільшення активності супероксиддисмутази під впливом добавок мікроелементів можна пояснити впливом наявного у мінеральній добавці цинку сульфату, оскільки, як відомо, Цинк входить до складу простетичної групи супероксиддисмутази [115]. З іншого боку, відсутність вірогідних різниць у активності глутатіонпероксидази за дії Селену можна пояснити ймовірно невисоким ступенем засвоєння організмом коропів натрію селеніту.

Результати досліджень впливу добавок мікроелементів Цинку, Селену та Йоду до раціону самиць коропа у переднерестовий період на вміст загальних ліпідів та співвідношення їх окремих класів у отриманій від самиць коропів ікрі та виведених з цієї ікри личинках показали високий вміст загальних ліпідів – на рівні 4,9–6,4 г% в ікрі коропа і значно менший їх вміст на рівні 1,6–2,5 г% у личинці коропа. За дії мікроелементної добавки в ікрі і у личинок відносний вміст фосфоліпідів складав більше 70 %, кількість інших класів ліпідів розподілялася при цьому рівномірно. Такий високий вміст фосфоліпідів в ікрі та личинках, імовірно можна пояснити важливим значенням фосфатидів у забезпеченні енергією і пластичним матеріалом для побудови клітинних мембран на ранніх стадіях онтогенезу у риб.

Загалом, отримані у цьому досліді результати досліджень свідчать, що додавання до раціону самиць коропів у переднерестовий період мінеральної добавки, що містила Цинк, Селен і Йод викликало посилення ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту, знижувало інтенсивність процесів ПОЛ в їхньому організмі, а також підвищувало вміст загальних ліпідів та фосфоліпідів у отриманій від ній ікрі та виведених з цієї ікри личинках.

У другому досліді, де вивчали вплив згодування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки, що містила різні кількості жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е, та мікроелементів Цинк, Селен і Йод, констатовано накопичення Цинку та Селену у скелетних м'язах самиць, цьоголіток та ікрі в обох дослідних групах ($p < 0,05-0,001$). При цьому відбувалося підвищення активності ензимів системи антиоксидантного захисту та зниження рівня продуктів пероксидації ліпідів у крові риб.

Зокрема, виявлено зростання активності глутатіонової системи антиоксидантного захисту, про що свідчить, тенденція до підвищення глутатіонпероксидазної активності у крові коропів обох дослідних груп. При цьому вміст відновного глутатіону та каталазна активність у крові коропів першої і другої дослідних груп був відповідно в 1,4 і 2 рази ($p < 0,05$) та у 1,7 і 2,2 разу більший, ніж у контрольної. Водночас, різниці в активності супероксиддисмутази – ключового ферменту антиоксидантного захисту були не вірогідні. Зафіксовано зниження вмісту гідропероксидів ліпідів і ТБК-активних продуктів ($p < 0,01$) у самиць коропів двох дослідних групах порівняно з контрольною, де риби отримували звичайний гранульований комбікорм без добавок вітамінів та мікроелементів.

Таким чином аналіз отриманих результатів досліджень вказує на те, що зменшення продуктів пероксидації ліпідів у плазмі крові самиць коропів було ймовірно викликане зростанням неферментативної ланки системи антиоксидантного захисту, яку пов'язують з жиророзчинними вітамінами. Антиоксидантна дія Селену синергічна з дією вітаміну Е та тісно пов'язана з системою глутатіонзалежних ензимів [176]. Якщо α -токоферол гальмує

утворення ліпідних пероксидів, зв'язуючи вільні радикали під час їх утворення, то глутатіон і селензалежна глутатіонпероксидаза, до активного центру якої входить Селен, перетворюють ліпопероксидази у менш токсичні оксикислоти, а також розщеплюють H_2O_2 , що утворюється при відновленні супероксидного аніону [199, 219].

Дослідження показали, що згодовування добавки із вмістом вітамінів і мікроелементів істотно не впливало на вміст загальної кількості ліпідів у скелетних м'язах коропів, проте викликало зростання вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі. При цьому значні зміни ($p < 0,01$) виявлено в особин, яким згодовували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

Констатовано зміни у співвідношенні окремих класів ліпідів як у скелетних м'язах так і у печінці досліджуваних риб. Зокрема, зафіксовано дозозалежне збільшення відносної кількості фосфоліпідів і відповідне зменшення відносної кількості триацилгліцеролів. 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.

Дослідження ліпідного складу ікри показали, що вміст загальних ліпідів в ікрі коропів першої і другої дослідних груп був більший ($p < 0,001$), ніж в особин контрольної групи. При цьому таке зростання було виражене більшою мірою у риб другої дослідної групи, самиці якої отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів. Разом з цим, зміни у співвідношенні окремих класів ліпідів при цьому були не вірогідні.

При дослідженнями ліпідного складу скелетних м'язів та гепатопанкреасу цьоголіток встановлено, що згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки не призводить до суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах та печінці цьоголіток. Водночас, як виняток становить лише виявлене незначне зростання відносного вмісту

неестерифікованого холестеролу у скелетних м'язах риб другої дослідної групи ($p < 0,05$).

Як показали результати досліджень, згодовування самицям коропів у переднерестовий період добавки спричиняло вплив на жирнокислотний склад як гепатопанкреасу так і скелетних м'язів досліджуваних особин. Зокрема зафіксовано зменшення загального вмісту насичених та поліненасичених жирних кислот (переважно довголанцюгових) і зростання вмісту мононенасичених жирних кислот у гепатопанкреасі.

Аналіз вмісту насичених жирних кислот у гепатопанкреасі риб показав зменшення у 1,5 разу відносного вмісту пальмітинової кислоти 16:0 в особин другої дослідної групи, де риби отримували більшу кількість вітамінів та мікроелементів. Крім цього у гепатопанкреасі риб цієї групи в 1,3 разу зростав відносний вміст мононенасичених жирних кислот, це відбувалось збоку олеїнової *cis* 9-С 18:1 кислоти ($p < 0,05$). Водночас у гепатопанкреасі самиць коропів обох дослідних груп зменшувався вміст поліненасичених жирних кислот. Дія більшої дози препарату вірогідно зменшувала вміст ейкозациєнової 20:2 ($p < 0,05$), ейкозатриєнової 20:3 ($p < 0,01$) і арахідонової 20:4 ($p < 0,01$) кислот.

При дослідженні спектру жирних кислот у скелетних м'язах самиць коропів констатовано зменшення вмісту насичених та збільшення вмісту ненасичених (як моно- так і поліненасичених) жирних кислот. Зниження вмісту насичених жирних кислот відбувалося за рахунок зменшення відносного вмісту пальмітинової кислоти, що зафіксовано в особин 2-ої дослідної групи ($p < 0,05$). Крім цього в цій групі риб виявлено збільшення вмісту мононенасичених жирних кислот з 61,37 до 64,75 %.

Збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот у самиць коропів дослідних груп відбувалося за рахунок зростання олеїнової (*cis*9 С 18:1 та *cis*11-С 18:1), лінолевої 18:2, ліноленої 18:3 ωб γ, докозагексаєнової 22:6 кислот. Зростання вмісту поліненасичених жирних кислот у тканинах самиць коропів дослідних груп вочевидь може бути зумовлено комплексною адитивною дією жиророзчинних вітамінів і мікроелементів у складі добавки до комбікорму.

Зокрема вітамін D₃, Цинк і Селен беруть участь у процесах синтезу, десатурації та окисненні жирних кислот [223, 234]. Це зумовлено наявністю вказаних мікроелементів у складі багатьох ензимів, дотичних до обміну ліпідів і пероксидних процесів в організмі риб [234]. Зокрема вітамін D₃ і Селен може викликати зміни вмісту ПНЖК в органах і тканинах риб шляхом впливу на інтенсивність процесів десатурації і елонгації ненасичених жирних кислот. Як відомо, Цинк впливає на активність Δ³-, Δ⁴-, Δ⁵- і Δ⁶-десатураз [206, 211, 222, 229]. З вмістом поліненасичених жирних кислот у раціоні тварин і риб пов'язані такі фундаментальні процеси в клітині, як рідинний стан клітинних мембран і їх проникність для метаболітів та іонів, активність ліпідзалежних ферментів, регуляція експресії генів [205]. Поліненасичені жирні кислоти є попередниками ейкозаноїдів (простагландинів, простациклінів, лейкотриєнів) — великої групи біологічно активних речовин із широким спектром біологічної дії [203, 250].

Як показали результати проведених досліджень згодовування самицям коропів вітамінно-мінеральної добавки спричиняло збільшення загального вмісту насичених і мононенасичених жирних кислот з одночасним зменшенням відносного вмісту поліненасичених жирних кислот в одержаній від них ікрі.

В першу чергу звертає на себе увагу суттєве зменшення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів ікри під впливом згодовування вітамінно-мінеральної добавки самицям коропів у переднерестовий період. Таке зменшення відбувалося, головним чином, завдяки зменшенню відносного вмісту докозагексаєнової і, особливо лінолевої кислот ($p < 0,001$). Натомість, відносний вміст іншої ω-6 жирної кислоти — арахідонової, при цьому зростав ($p < 0,05$). Інтерпретація цих даних є непростою, оскільки вказані поліненасичені жирні кислоти є есенціальними жирними кислотами або їх похідними і в організмі риб не синтезуються [115]. Загалом, їх вміст у тілі риб залежить від їх постутплення з природними кормами [11]. Ймовірно таке зменшення вмісту незамінних жирних кислот у складі ліпідів ікри відбувалося за рахунок, описаного нами раніше, збільшення відносного

вмісту триацилгліцеролів і зменшенні відносного вмісту фосфоліпідів у складі ліпідів ікри самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки, що згодували у переднерестовий період. Такі зміни було нами розцінено як позитивні і такі, що призводять до бажаного збільшення депонування запасних ліпідів у ікрі коропа під впливом згодовування досліджуваних добавок. Причини і біохімічні механізми таких змін вимагають подальших детальних досліджень.

Зростання загального вмісту насичених жирних кислот у складі ліпідів ікри відбувалося в основному за рахунок збільшення вмісту стеаринової та пальмітинової кислот. При цьому ці зміни були виражені більшою мірою в ікрі, отриманій від риб першої дослідної групи. Так нами встановлено, що згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки призводить до збільшення відносного вмісту пальмітинової кислоти з 21,93% у ліпідах ікри, одержаної від риб контрольної групи до 26,4 і 25,81% відповідно у ліпідах риб першої і другої дослідних груп ($p < 0,01$). В той самий час, відносний вміст стеаринової кислоти зростає з 6,73 % в ліпідах ікри риб контрольної групи до відповідно 9,56 і 8,75% у ліпідах ікри, отриманої від риб дослідних груп. Ці дані свідчать про зростання ступеня насиченості ліпідів ікри під впливом згодовування самицям коропів добавки, що містить жиророзчинні вітаміни та сполуки Йоду, Селену та Цинку.

Разом з тим, нами встановлено певне зростання відносного вмісту мононенасиченої пальмітоолеїнової кислоти ($p < 0,01$) у складі ліпідів ікри коропів під впливом досліджуваних чинників.

Проведені дослідження показали, що згодовування самицям коропів вітамінно-мінеральної добавки спричиняло зростання вмісту поліненасичених жирних кислот у складі ліпідів скелетних м'язів цьоголіток коропа. Таке збільшення відбувалося завдяки зростанню відносного вмісту лінолевої кислоти ($p < 0,05$), яка у великій кількості міститься у природних кормах, що слугують основним джерелом поживних речовин для цьоголіток. Проте,

зафіксовано зменшення вмісту іншої поліненасиченої жирної кислоти — ліноленої ($p < 0,05$).

При дослідженні жирнокислотного складу загальних ліпідів гепатопанкреасу цьоголіток, отриманих від самиць коропів, яким у переднерестовий період згодовували вітамінно-мінеральну добавку, звертає на себе увагу зростання вмісту поліненасичених жирних кислот. Причому таке збільшення відбувалося завдяки зростанню відносного вмісту докозагексаєнової кислоти у складі ліпідів гепатопанкреасу ($p < 0,05$).

Результати наших досліджень показали, що за дії вітамінно-мінеральної добавки у переднерестовий період всі показники плодючості були вищими у риб дослідних груп порівняно з контрольною. Ці дані свідчать про позитивний вплив вітамінно-мінеральної добавки на репродуктивну здатність самиць коропів, а також на показники, які характеризують вихід цьоголіток із отриманої від самиць ікри. Зокрема, встановлено, що абсолютна і відносна плодючість у риб дослідних груп була вищою, порівняно з показниками плодючості риб контрольної групи. При цьому, більш позитивні результати отримано у риб першої дослідної групи ($p < 0,01$), які у переднерестовий період отримували добавку з меншою кількістю вітамінів та мікроелементів. Натомість, середня і загальна маса цьоголіток була вищою у риб, що були отримані від особин другої дослідної групи, що свідчить про більшу ефективність згодовування підвищеної кількості вітамінів А, D₃ Е і мікроелементів Йоду, Селену та Цинку на кінцевий вихід цьоголіток. Підвищення репродуктивної здатності риб належить до найбільш актуальних завдань рибогосподарської науки. Важливим у цьому аспекті було стимулювання репродуктивної функції самиць коропів у переднерестовий період, метою яких є підвищення таких показників, як плодючість, вихід цьоголітки, підвищення інтенсивності її росту, розвитку та резистентності до захворювань.

Згодовування дворічкам коропів жиророзчинних вітамінів та мікроелементів у складі вітамінно-мінеральної добавки в кінці вегетаційного

періоду призводить до збільшення концентрації Цинку та Селену у скелетних м'язах. У результаті цього виявлено стимулювальний ефект активності ензимів антиоксидантного захисту у крові коропів дворічного віку. Зокрема, каталазна активність у крові риб першої та другої дослідних груп була відповідно у 2,1 та 2,4 рази вища ($p < 0,01$), ніж у коропів контрольної групи. При цьому у крові коропів, яким згодували комплекс вітамінів та мікроелементів зафіксовано тенденцію до підвищення супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази активностей, особливо в особин другої дослідної групи. Виявлене підвищення супероксиддисмутази активності за дії добавок вітамінів та мікроелементів можна пояснити впливом наявного у мінеральній добавці сульфату цинку, оскільки, як відомо, Цинк входить до складу простетичної групи супероксиддисмутази [115], а Селен знаходиться в активному центрі глутатіонпероксидази [67].

За дії згодування вітамінно-мінеральної добавки дворічкам коропа у кінці вегетаційного періоду зафіксовано зниження інтенсивності процесів пероксидації ліпідів у їх крові. Ці зміни були виражені більшою мірою у крові коропів другої дослідної групи, яким згодували підвищену кількість вітамінів А, D₃ Е і мікроелементів Йоду, Селену та Цинку за вмістом проміжних продуктів пероксидації ліпідів, де зафіксовано менший ($p < 0,05$) вміст гідроперекисів ліпідів.

Результати проведених досліджень показали, що згодування коропам дослідних груп у складі раціону добавки, яка містила жиророзчинні вітаміни та мікроелементи Цинк, Селен та Йод спричинило дозозалежний вплив на вміст загальних ліпідів і співвідношення їх окремих класів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі.

Зокрема, у скелетних м'язах коропів 2-ї дослідної групи вміст загальних ліпідів був у 1,5 разу ($p < 0,001$) більший, ніж у контрольній. Водночас згодування коропам 1-ї дослідної групи у складі раціону вітамінно-мінеральної добавки, яка містила меншу кількість вітамінів і мікроелементів істотно не впливає на рівень загальних ліпідів у скелетних м'язах коропів. У

гепатопанкреасі риб зафіксовано зростання вмісту загальних ліпідів, при цьому значні зміни ($p < 0,001$) виявлено у групі риб, яким згодували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

Зміни вмісту загальних ліпідів у скелетних м'язах та гепатопанкреасі коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки супроводжуються також змінами співвідношення їх окремих класів. Так, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб першої і другої дослідних груп був відповідно на 3,4 ($p < 0,01$) і 4,2 % ($p < 0,001$) більший, а частка естерифікованого холестеролу в 2,4 ($p < 0,001$) і 3,1 рази ($p < 0,001$) менша, ніж у контролі. Добавка, що містила більшу дозу вітамінів і мікроелементів викликає значне збільшення у скелетних м'язах риб частки неестерифікованого холестеролу ($p < 0,01$), неестерифікованих жирних кислот (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, зумовлено подальшим використанням їх в енергетичних процесах, що особливо важливо у період зимового голодування [2, 9].

Відзначено у гепатопанкреасі коропів дозозалежне зростання відносної кількості фосфоліпідів ($p < 0,001$), диацилгліцеролів ($p < 0,05$) та зменшення естерифікованого холестеролу, НЕЖК ($p < 0,05$). Такі зміни свідчать про зростання загальних та частки структурних ліпідів за рахунок використання у цих процесах резервних [20, 21, 23, 24].

З отриманих даних встановлено, що згодування вітамінно-мінеральної добавки у кінці вегетаційного періоду викликає зміни у загальному вмісті жирних кислот гепатопанкреасу та скелетних м'язів дворічок коропа. Зокрема, у печінці коропів 1-ї і 2-ї дослідних груп відмічено тенденцію до зростання вмісту поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів (після згодування вітамінно-мінеральної добавки відповідно до 17,5 і 15,55 % проти 14,1 % контрольної групи). Таке збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот

відбувається головним чином за рахунок докозапентаєнової та докозагексаєнової жирних кислот.

Разом з тим виявлено, вірогідне зниження рівня мононенасичених (відповідно до 52,07 і 48,96% проти 52,48% контрольної групи) жирних кислот. Зменшення спостерігається з боку пальмітоолеїнової кислоти ($p < 0,05$). Така зміна яскравіше виражена у першій дослідній групі, де риби отримували меншу кількість вітамінів та мікроелементів.

Добавка сприяє збільшенню у скелетних м'язах дворічок коропа рівня як насичених так і поліненасичених жирних кислот. Одночасно з тим зменшується загальний вміст мононенасичених жирних кислот.

Таке збільшення поліненасичених жирних кислот відбувається головним чином завдяки зростанню відносного вмісту лінолевої кислоти. Більш виражена ця зміна у другій дослідній групі ($p < 0,05$). А також відмічено незначне зростання відносного вмісту ейкозапентаєнової, докозапентаєнової та докозагексаєнової поліненасичених жирних кислот.

У скелетних м'язах 1-ї та 2-ї дослідних груп дворічок коропа, яким згодувалась вітамінно-мінеральна добавка спостерігається тенденція до зниження рівня мононенасичених жирних кислот загальних ліпідів проти контрольної групи (відповідно 45,70 та 45,29% проти 47,16%) Зміни спостерігається з боку кислот міристоолеїнової, олеїнової, ейкозенової.

Результати досліджень показали, що згодування вітамінно-мінеральної добавки у кінці вегетаційного періоду дворічкам коропа сприяє збільшенню абсолютного приросту маси та довжини тіла, ніж у коропів, які споживали лише гранульований комбікорм без добавок. Більш позитивну дію виявлено у групі риб, яка отримувала з кормом меншу дозу вітамінів та мікроелементів.

Узагальнюючи отримані дані, слід відмітити, що додаткове введення до стандартного комбікорму коропам жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинк, Селен та Йод сприяє накопиченню у тканинах Цинку та Селену, підвищує активність антиоксидантної системи, призводить до зниження інтенсивності пероксидних процесів, а також позитивно впливає на

обмін ліпідів, забезпечуючи організм енергетичним матеріалом. Споживання самками коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральну добавку із вмістом 2500 ІО вітаміну А, 3333 ІО вітаміну D₃, 1,7 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 підвищує плодючість риб, а дворічками коропа у кінці вегетаційного періоду покращується ріст.

ВИСНОВКИ

У дисертації теоретично обґрунтовано і експериментально розв'язано наукове завдання, щодо впливу різної кількості жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинку, Селену та Йоду у складі добавки до комбікорму на показники обміну ліпідів й активність системи антиоксидантного захисту, ріст та репродуктивну здатність у самиць коропів у переднерестовий період, одержаної від них ікри, личинки та цьоголітк, а також у дворічок коропів у кінці вегетаційного періоду.

1. Згодовування мікроелементів Цинку, Селену та Йоду самицям коропів у складі добавки до комбікорму у переднерестовий період спричиняло зниження у крові вмісту проміжних і кінцевих продуктів пероксидації ліпідів ($p < 0,001$), підвищення в 1,7 разу ($p < 0,001$) супероксиддисмутази і в 1,4 разу ($p < 0,001$) каталазної активності, вмісту загальних ліпідів у одержаній від них ікри ($p < 0,001$), та личинках ($p < 0,01$).

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

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

4. Констатовано зростання вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі ($p < 0,01$) та ікри ($p < 0,001$) самиць коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки. Водночас, відносний вміст фосфоліпідів у скелетних м'язах риб, яким

згодували більшу кількість вітамінів і мікроелементів у складі добавки був у 1,5 разу більший ($p < 0,001$), а відносний вміст триацилгліцеролів – у 1,65 разу ($p < 0,01$) менший, ніж у риб контрольної групи. У гепатопанкреасі самиць коропів ці зміни були виражені більшою мірою, про що свідчать збільшення у риб обох дослідних груп відносної кількості фосфоліпідів ($p < 0,01$) і відповідне зменшення відносної кількості триацилгліцеролів ($p < 0,01$).

5. Згодовування самицям коропів у переднерестовий період вітамінно-мінеральної добавки не викликало суттєвих змін ліпідного складу у скелетних м'язах та гепатопанкреасі цьоголіток, отриманих з їх ікри. Водночас спричиняло зростання ($p < 0,05$) відносного вмісту вільного холестеролу у скелетних м'язах риб, які у складі добавки отримували більшу кількість вітамінів і мікроелементів.

6. Застосування вітамінно-мінеральної добавки викликало зростання ($p < 0,05-0,001$) вмісту поліненасичених жирних кислот: лінолевої, ліноленової та докозагексаєнової у складі ліпідів скелетних м'язів самиць коропів та у складі ліпідів гепатопанкреасу цьоголіток коропа, а також спричиняло зростання вмісту насичених: пальмітоолеїнової ($p < 0,05-0,001$) та мононенасичених: 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 коропів у кінці вегетаційного періоду сприяє 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 та другої дослідних груп відповідно у 2,1 та 2,4 разу ($p < 0,01$) та зниження ($p < 0,05$) вмісту гідроперекисів ліпідів у коропів, яким згодували більшу кількість вітамінів і мінеральних елементів у складі добавки.

8. Констатовано збільшення вмісту загальних ліпідів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах дворічок коропів ($p < 0,001$) за дії вітамінно-мінеральної

добавки. При цьому відзначено дозозалежне зростання відносної кількості фосфоліпідів ($p < 0,001$), диацилгліцеролів ($p < 0,05$) і зменшення ефірнозв'язаного холестеролу та НЕЖК ($p < 0,05$). Такі зміни свідчать про зростання загальних та частки структурних ліпідів за рахунок використання у цих процесах резервних.

9. У гепатопанкреасі та скелетних м'язах дворічок коропів за дії вітамінно-мінеральної добавки встановлено 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 моно ненасичених: пальмітоолеїнової ($p < 0,05$) та олеїнової. У коропів, які у складі добавки отримували меншу кількість вітамінів і мінеральних елементів зафіксовано більший абсолютний приріст та довжину тіла.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення репродуктивної здатності та покращення стану здоров'я ставових риб у переднерестовий період рибним господарствам слід згодовувати вітамінно-мінеральну добавку на базі наступного дозування: 2500 ІО вітаміну А, 3333 ІО вітаміну D₃, 1,7 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Активні форми кисню та їх роль у метаболізмі клітин / М. І. Колісник та ін. *Біологія тварин*. 2009. Т. 11. № 1/2. С. 59–70.
2. Альохіна С. М., Дробінська О. В. Визначення антиоксидантних параметрів крові у обстежених різного віку. *Український медичний часопис*. 2003. № 4 (34). С. 123–124.
3. Андрющенко А. І., Алимов С. І. Ставове рибництво. Київ : НАУ, 2008. 636 с.
4. Антиоксидантна система захисту організму / І. Ф. Беленічев та ін. *Современные проблемы токсикологии*. 2002. № 3. С. 24–31.
5. Батлер Э., Дюбон Б., Келли В. Методика определения уровня восстановленного глутатиона (GSH) в эритроцитах крови : Методические рекомендации по дифференциальной диагностике различных форм ишемической болезни сердца с использованием определения компонентов глутатионовой противоперекисной каталитической системы в эритроцитах крови. Одесса. 1982. С 16–20.
6. Бахарева А. А. Витамины и витаминные премиксы при выращивании рыб в индустриальной аквакультуре: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Астрахань, 2001. 30 с.
7. Беленічев І. Ф., Коваленко С. І., Дунаєв В. В. Антиоксиданти: сучасне уявлення, перспективи створення. *Ліки*. 2002. № 1. С. 25–29.
8. Белошапка Т. В., Матвієнко Н. М. Використання вітамінних комплексів у годівлі. *Prospects of World science – 2014, X International scientific and practical conference (United Kingdom. Sheffield, July 30–August 7, 2014) : proc. Vol. 8. Sheffield, 2014. P. 3–5.*
9. Белошапка Т. В., Матвієнко Н. М. Вплив вітамінів А та В₆ на рибницько-біологічні показники цьоголіток коропа коі. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології : матеріали VIII Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф. (Україна. Херсон, 17–19 вер. 2015).* Херсон, 2015. С. 19–22.

10. Білько В. П., Кружиліна С. В. Застосування біологічно активних речовин суспензій зоопланктону для підвищення виживання ембріонів і личинок риб. *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 1. С. 45–48.
11. Біологічна роль мікроелементів в організмі тварин / Р. Й. Кравців. *Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини*. 2005. Т. 7. № 2. Ч. 6. С. 63–70.
12. Біологічна роль Цинку в організмі людини і тварин / Антоняк Г. Л. та ін. *Біологія тварин*. 2011. Т. 13. № 1/2. С. 17–31.
13. Блага О. М. Концентрація високомолекулярних жирних кислот у печінці різних видів ставкових риб. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 1. С. 49–56.
14. Блага О. М. Сезонна динаміка концентрації неетерифікованих форм жирних кислот (НЕЖК) у природних кормах ставів. *Наук.-техн. бюл. Інституту тваринництва*. 2006. № 94. С. 42–52.
15. Богдан Т. В., Лизогуб Т. В., Калащенко С. І. Омега-3 поліненасичені жирні кислоти – профілактичний і лікувальний засіб ішемічної хвороби серця. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Медицина*. 2013. Вип. 4. С. 7–9.
16. Бондаренко Л. Б. Біологічні функції вітаміну D₃ і його похідних : автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Львів, 1996. 44 с.
17. Борисевич В., Борисевич Ю. Вільні радикали і перекисне окиснення ліпідів у патогенезі хвороб тварин. *Ветеринарна медицина України*. 2006. № 1. С. 15–17.
18. Бурлакова Е. Б., Крашаков С. А., Храпова Н. Г. Роль токоферолов в пероксидном окисленні ліпидов біомембран. *Биол. мембраны*. 1998. Т. 15. № 2. С. 137–167
19. Бучко О. М. Зміни інтенсивності перекисного окиснення ліпідів і активності антиоксидантних ферментів в окремих органах і тканинах тварин протягом онтогенезу. *Біологія тварин*. 2004. Т. 6. № 1–2. С. 11–17.

20. Веланский П. В., Костецкий Э. Я. Липиды морских холодноводных рыб. *Биология моря*. 2008. Т. 34. №1. С. 53–57.
21. Владимиров В. И. Зависимость качества эмбрионов и личинок карпа от возраста самок, содержания аминокислот в икре и добавок их в воду в начале развития. К. : *Наукова думка*. 1974. С. 94–125.
22. Владимиров Ю. А. Свободные радикалы в биологических системах. *Соросовский образовательный журнал*. 2000. Т. 6. № 12. С. 13–19.
23. Воробьев В. И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве. М.: Пищевая пром-сть, 1979. 184 с.
24. Вовк Н. И. Перспективные экологически безопасные методы профилактики болезней рыб, направленные на повышение иммунного статуса их организма. *Матер. межд. научн.-практ. конф. “Пробл. разв. рыбн. хоз.-ва на внутр. водоемах в условиях перехода к рын. отнош.”* Минск: “Хата”. 1998. С. 283–287.
25. 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 та ін. *Біологія тварин*. Львів, 2016. Т. 18. № 4. С. 113–119..
26. Вплив добавок йоду, цинку і селену до раціону плідників коропа на активність антиоксидантної системи в їх організмі / К. Б. Смолянінов та ін. *Наук.-техн. бюл. ІБТ та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2014. Вип. 15. № 4. С. 87–90.
27. Вплив згодовування добавок мікроелементів до раціону самиць коропа у переднерестовий період на активність антиоксидантної системи у їх організмі / К. Б. Смолянінов та ін. *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.
28. Вплив ліпосомального препарату з вітамінів А, Е та мікроелементів Zn, Se, I на фізіологічний стан плідників коропа у переднерестовий період /

Ю. М. Забитівський та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 4. С. 86–94.

29. Вплив різного рівня вітаміну А у раціоні коропів на деякі ланки метаболізму ліпідів у його організмі / К. Б. Смолянінов та ін. *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.

30. Галяс В., Колотницький А., Федець О. Біологічна роль вітамінів в організмі тварин. Львів, 2006. 80 с.

31. Гейко Л. М. Особливості підрощування личинок риб в нерестових ставах ВАТ «Сквирасільрибгосп». *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 4. С. 89–95.

32. Гложик І. З. Антиоксидантна система та метаболічний профіль крові корів залежно від фізіологічного стану та вмісту цинку в раціоні : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Львів, 2004. 18 с.

33. Годівля риб. / І. М. Шерман та ін.. К.: Вища освіта, 2001. – 269 с.

34. Голова Н. В., Билаш Ю. П., Вудмаска И. В. Влияние содержания селена в рационе на антиоксидантный статус коров. *Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. Жодино*. 2010. Т. 45, Ч. 2. С. 44–49.

35. Григоренко Т. В. Выращивание сеголеток карпа при направленном формировании естественной кормовой базы. *Наук. вісник Львівського НУВМ та БТ ім. С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 1(3). С. 47—53.

36. Гринжевський М. В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. К. : Світ, 2000. 183 с.

37. Грициняк І. І. Смолянінов К. Б., Янович В. Г. Обмін ліпідів у риб : за ред. В. В. Влізла. Львів : «Тріада плюс», 2010. 335 с.

38. Грициняк І. І. Науково-практичні основи раціональної годівлі риб. К.: Рибка моя, 2007. 306 с

39. Губський Ю. І. Біологічна хімія : Підручник. Київ–Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. 508 с.

40. Гудима В. Ю. Вплив вмісту вітаміну Д у раціоні на біохімічні показники плазми крові курей–несучок. *Біологія тварин*. 2014. Т. 16. № 3. С. 171.
41. Гула Н. М., Маргітич В. М. Жирні кислоти та їх похідні при патологічних станах. К.: Наук. думка, 2009. 333 с.
42. Данильчук Г. А. Біотехнічні основи вирощування рибопосадкового матеріалу з підвищеною масою для зариблення водойм півдня України : дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2012. 182 с.
43. Данчук В. В. Пероксидне окиснення у сільськогосподарських тварин і птиці. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2006. 192 с.
44. Дедков Ю. М. Селен: биологическая роль, химические свойства и методы определения. *ВИНИТИ по РЖ Химия*. 2002. С. 19–23.
45. ДрошневА. Е. Разработка комплексного препарата «Витарол-Е» для антиоксидантной и антибактериальной защиты карповых рыб при аэромонозе : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Россия. Щелково, 2010. 28 с.
46. Дубинина Е. Е., Сальникова Л. Я., Ефимова Л. Ф. Активность и изоферментный спектр СОД эритроцитов. *Лаб. дело*. 1983. № 10. С. 30–33.
47. Дух О. І., Вовк С. О. Ліпідний склад печінки ембріонів курей залежно від рівня вітаміну А у раціоні батьківського стада. *Біологія тварин*. 2012. Т. 14. № 1–2. С. 237–240.
48. Евстигнеева Р. П., Волоков И. М., Чудинова В. В. Витамин Е как универсальный антиоксидант и стабилизатор биологических мембран. *Биологические мембраны*. 1998. Т. 15. № 2. С. 119–135.
49. Желтов Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. К.: Фирма "ИНКОС", 2006. 221 с.
50. Желтов Ю. А. Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве. К.: Фирма "ИНКОС", 2006. 154 с.
51. Желтов Ю. А., Алексеенко А. А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах. К. : Фирма «ИНКОС», 2006. 169 с.

52. Забитівський Ю. М., Тучапський Я. В. Вплив йоду на активність карбогідраз лускатого коропа. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 2. С. 91–96.
53. Загайко А. Л. Система транспорту ліпідів при оксидативному стресі у щурів : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Харків, 1999. 20 с.
54. Земнухин В. В., Глушко М. П. Влияние физиологического состояния производителей на качество икры и выживаемость не питавшихся личинок пестрого толстолобика. *Естественные науки*. 2005. № 13. С. 42–47.
55. Зимостійкість цьоголіток малолускатого коропа четвертого селекційного покоління / М. Осіпенко та ін. *Тваринництво України*. 2014. № 11. С. 19-23.
56. Зінковська Н. Г. Функціонування антиоксидантних систем у крові риб при інтоксикації йонами міді, цинку, марганцю і свинцю : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Чернівці, 2003. 21 с.
57. Коба С. А., Григоренко Т. В., Кражан С. А. Живлення та ріст цьоголіток коропа за спрямованого формування природної кормової бази. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1. С. 38–44.
58. Коваленко В. Ф. Особенности обменных процессов у рыб в условиях воздействия сублетальных концентраций меди и цинка. *Гидробиол. журн.* 2004. Т. 40. № 2. С. 97–103.
59. Козій М. С., Шерман І. М. Зміни цитоструктури печінки личинок коропа лускатого (*Suprinus carpio*) у процесі їхнього росту на різних кормах. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 4. С. 90–97.
60. Кононський О. І. Біохімія тварин. К. : Вища школа, 2006. С. 62–93.
61. Коробейникова С. Н. Модификация определения ПОЛ в реакции с ТБК. *Лаб. дело*. 1989. №. 7. С. 8–9.
62. Кравців Р. Й., Стадник А. М., Личук М. Г. Антиоксидантні вітаміни та Селен у профілактиці білом'язової хвороби телят. *Укр. біохім. журнал*. 2004. Т. 76. № 4. С. 90–99.

63. Кравців Р. Й., Янович Н. Є. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів у тканинах коропа за різного вмісту Zn, Cu, Mn і Se у воді. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9. № 1–2. С. 113–116.
64. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база ставів. Херсон : Олді-Плюс, 2009. 328 с.
65. Крась С. І., Тарасюк С. І. Тканинна специфіка функціонування антиоксидантної системи та пероксидного окислення ліпідів в амурського сазана різних вікових груп. *Укр. біохім. журн.* 2011. Т. 83. № 4. С. 77–83.
66. Кректун Б. В., Іскра Р. Я., Снітинський В. В. Вплив мікроелементів селену і цинку на систему антиоксидантного захисту організму еритроцитів телят. *Біологія тварин*. 2000. Т. 2. № 2. С. 94–98.
67. Кулинский В. Й., Колисниченко Л. С. Структура, свойства, биологическая роль и регуляция глутатионпероксидазы. *Успехи современной биологии*. 1993. № 1. Т. 113. С. 107–123.
68. Куртяк Б. М., Вудмаска І. В., Іваняк В. В. Вплив вітамінів А, D₃, Е на загальний вміст ліпідів, їх жирнокислотний склад і співвідношення окремих класів у плазмі крові корів. *Біологія тварин*. Львів, 2002. Т. 4. №. 1–2. С. 82–85.
69. Куртяк Б. М., Янович В. Г. Жиророзчинні вітаміни у ветеринарній медицині і тваринництві. Львів: Тріада плюс, 2004. 426 с.
70. Кучменко О. Б. Біохімія вітамінів : монографія К. : УН–т "Україна", 2012. 527 с.
71. Леус Ю. В. Перекисне окиснення ліпідів та антиоксидантний захист у риб під впливом чинників водного середовища : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 1998. 16 с.
72. Лешовська Н. М., Віщур О. І. Роль Селену і вітамінів А, D₃, Е в імунній функції людини і тварини. *Наук.-техн. бюлетень Інституту біології тварин*. 2004. № 1–2. Вип. 5. С. 148–153.
73. Малетич М. Б. Ліпідний склад тканин та відтворна здатність коропів–плідників за різного рівня вітаміну А в комбікормі. *Науковий вісник*

НУБіП України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2015. Вип. 205. С. 155–162.

74. 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.

75. Мельник О. П., Костюк В. В., Шевченко П. Г. *Анатомія риб* : підручник. К. : Центр учб. літ-ри, 2008. 624 с.

76. Метод определения активности каталазы / М. А Королюк. *Лаб. дело*. 1988. № 1. С. 16–19.

77. Мирончик В. В. Патент № 1084681 СССР. Способ определения гидроперекисей липидов в биологических тканях. № 3468369/28–13; заявл. 08.07.82; опубл. 07.04.84, Бюл. № 13.

78. Мінеральне живлення тварин / І. Т. Кліщенко. К. : Світ, 2001. 576 с.

79. Моин В. М. Простой и специфический метод определения активности глутатионпероксидазы в эритроцитах. *Лаб. дело*. 1986. № 12. С. 724–727.

80. Моравська О. В. Ліпідний склад й антиоксидантний стан тканин гусей і ембріонів та їх корекція вітамінами А, D₃ і Е : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Львів, 2011. 16 с.

81. Морозкина Т. С., Мойсеёнок А. Г. *Витамины: Краткое рук. для врачей и студентов мед., фармацевт., и биол. специальностей*. Мн.: ООО "Асар", 2002, 112 с.

82. Мясников Г. Г. Годівля коропа: курс лекцій. Горки: Білоруська державна сільськогосподарська академія, 2006. 72 с

83. Нагорнюк Т. А., Грициняк І. І., Тарасюк С. І. Вікові особливості активності антиоксидантних ферментів та вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів у тканинах коропів антонінсько–зозуленецького типу. *Наук.*

техн. бюл. Інституту біології тварин УААН та ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. Львів, 2012. Вип. 13. № 1–2. С. 38–43.

84. Назаров П. Е., Гроза Н. В. Полиненасыщенные жирные кислоты как универсальные биогенные эндорегуляторы. *Вестник МИТХТ*. 2009. Т. 4. №5. С. 3–19.

85. Накопление Селена в липидах *Chlorella vulgaris* Beijer. (CHLOROPHYTA) *in vitro* / Г. Винярская и др. *Actual problems in modern phycology : Y International Conference, 3–5 nov. 2014*. Chisinau, Moldova. 2014. С. 153–158.

86. Олексюк Н. П., Янович В. Г. Активність про- і антиоксидантних систем у печінці прісноводних риб у різні пори року. *Укр. біохім. журнал*. 2010. №82 (3). С. 41–48.

87. Олексюк Н. П., Янович В. Г. Вміст вітамінів А, Е і каротиноїдів у різних органах і тканинах ставкових риб. *Науково-технічний бюлетень ІБТ і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок*. Львів, 2007. Вип. 8. № 1–2. С. 52–55.

88. Орел Н. М. Биохимия липидов. Минск, 2007. 37 с.

89. Особа І. А., Грициняк І. І. Активність неферментативної ланки системи антиоксидантного захисту у печінці однорічок лускатих та рамчастих коропів несвицького зонального типу. *Рибогосподарська наука України*. 2010. № 3. С. 62–65.

90. Особа І. А. Особливості функціонування системи антиоксидантного захисту організму. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 1. С. 133–139.

91. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. Санкт-Петербург : ГОСНИОРХ. 2001. 372 с.

92. Петрів В. Б., Пірус Р. І., Янович В. Г. Вміст зв'язаного з білком йоду і тиреоїдних гормонів у крові ставкових риб за різного рівня йоду у воді. *Наук.-техн. бюл. Инст. біол. твар. і ДНДКІ ветпреп. і корм. доб.* Львів, 2008. В.9. № 3. С. 135–137.

93. Пилипець А. З. Біохімічний склад, синтетичні і енергетичні процеси у скелетних м'язах коропа різного віку наприкінці літнього та зимового періодів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Львів, 2003. 16 с.
94. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. М. : Мир, 1976. 354 с
95. Рівіс Й. Ф., Блага О. М. Високомолекулярні жирні кислоти природних кормів у живленні риб. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 9. С. 25–27.
96. Савченко А. А. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 1. / под ред. С. Б. Макарова. М. : Изд-во «Агропромиздат», 1986. 261 с.
97. Северин С. Е. Биохимия липидов и их роль в обмене веществ. М.: Наука, 1981. 167 с.
98. Секретарюк К. В., Стрижак О. І., Лобойко Ю. В. Вплив основних гідрохімічних показників на організм вирощуваних риб. *Сільський господар*. Львів, 2003. № 9–10. С. 29–30.
99. Сисолятин С. В. Вміст ліпідів у білих м'язах і зябрах коропа (*Suigrinus carpio* L.) за гіпоксигіперкапнічного впливу. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2017. Вип. 76. С. 179–183.
100. Сисолятин С. В. Ліпідний склад тканин лускатого коропа (*Suigrinus carpio* L.) за умов штучного вуглекислотного гіпобіозу. *Рибогосподарська наука України*. 2016. №3(37). С. 111–122.
101. Смолянінов К. Б., Параняк Р. П., Янович В. Г. Біологічна роль поліненасичених жирних кислот. *Біологія тварин*. 2002. Вип. 4. № 1–2. С. 16–30.
102. Смолянінов К. Б. Використання жирних кислот в синтезі ліпідів у скелетних м'язах ставкових риб в кінці зимової перетримки в умовах *in vitro*. *Біологія тварин*. Львів, 2004. Т. 6. № 1–2. С. 186–190.
103. 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.

104. Стимулювання природної кормової бази при підрощуванні личинок коропа / Н. М. Москаленко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2014. Вип. 7. С. 158–163.

105. Товстик В. Ф. Рибництво: Навчальний посібник. Харків : Еспада, 2004. 272 с.

106. Тучапський Я. В. Біолого-господарча оцінка коропа любінського типу української рамчастої породи : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. К., 2003. 20 с.

107. Тушницька Н. Й. Вплив селеніту натрію і вітаміну Е на ріст та якість м'яса коропа. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 3–4. С. 51–55.

108. Федорченко С. В., Курта С. А. Хроматографічні методи аналізу: навч. посіб. Івано-Франківськ: Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2012. 146 с.

109. Физиолого-биогеохимические основы применения микроэлементов в аквакультуре / Д. В. Воробьев и др. Астрахань : Изд. ООО ЦНТЭБ, 2008. 360 с.

110. Фурманевич М. Б. Вплив жиророзчинних вітамінів А, D₃, 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.

111. 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*. 2016. Т. 18. № 1(2). С. 160 – 164.

112. 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. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3. С. 117–120.

113. 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*. 2015. Т. 7. № 5–6. С. 20–24.

114. 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*. 2017. № 2 (66). – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8488/7938>.

115. Фурманевич М. Б., Томчук В. А. Патент №119366 Україна. Спосіб підвищення репродуктивної здатності та корекції метаболізму ліпідів у коропових риб; заявник і патентовласник Інститут біології тварин НААН. № u201702845; заявлено 27.03.2017; опубліковано 25.09.2017. Бюл. № 18.

116. Янович Н. Є., Янович Д. О. Роль мікроелементів у життєдіяльності ставкових риб. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 2 (59), ч. 2. С. 345–372.

117. 1,25–Dihydroxyvitamin D₃ alters murine dendritic cell behaviour in vitro and in vivo / G. B. Ferreira et al. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 2011. Vol. 27. P. 933–941.

118. A vertebrate fatty acid desaturase with Delta 5 and Delta 6 activities / N. Hastings et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2001. Vol. 98, iss. 25. P. 14304–14309.

119. Aagaard A., P. Brzezinski. Zinc ions inhibit oxidation of cytochrome c oxidase by oxygen. *FEBS Lett.* 2001. Vol. 494. P. 157–160.

120. Ackman R. G. Fatty acids in fish and shellfish. *Fatty acids in foods and their health implications*. New York : CRC Press, 2005. P. 155–186.

121. Activities of Superoxide Dismutase and Catalase in Erythrocytes and Plasma Transaminases of Goldfish (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) Exposed to Cadmium / R. V. Zicic et al. *Physiol. Res.* 2001. V. 50. P. 105–111.

122. Adams J. S., Hewison M. Unexpected actions of vitamin D: new perspectives on the regulation of innate and adaptive immunity. *Nat. Clin. Pract. Endocrinol. Metab.* 2008. Vol.4. P. 80–90.

123. Adams J. S., Hewison M. Update in vitamin D. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2010. Vol. 95. P. 471–478.

124. Analysis of nutrient composition and fatty acid profiles of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (Cuvier) reared in seawater and freshwater / J. Xu et al. *J Food Comp Anal.* 2010. Vol. 23. P. 401–405.

125. Antioxidative activity of carp blood plasma on lipid peroxidation / C. Xue et al. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry.* 1998. Vol. 62. P. 201–205.

126. Antioxidant biomarkers in freshwater bivalves, *Unio tumidus*, in response to different contamination profiles of aquatic sediments / C. Cossu et al. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2000. Vol. 45. №2. P. 106–21.

127. Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in sturgeon *Acipenser naccarii* and trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study / C. Trenzado et al. *J. Aquaculture.* 2005.

128. Anton-Pardo M., Adamek Z. The role of zooplankton as food in carp pond farming: a review. *Journal of Applied Ichthyology.* 2015. Vol. 31 P. 7–14.

129. Aranow C. Vitamin D and the Immune System. *J. Investig. Med.* 2011. Vol. 59. №6. P. 881–886.

130. Arachidonic acid and long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid contents in meat of selected poultry and fish species in relation to dietary fat sources / T. Komprda et al. *J. Agric Food Chem.* 2005. Vol. 53. №17. P. 6804–6812.

131. Arthur J. R., Nicol F., Beckett G. J. Selenium deficiency, thyroid hormone metabolism, and thyroid hormone deiodinases. *Am.J. Clin. Nutr.* 1993. Vol. 57. P. 236.

132. Arts M. T., Brett M. T., Kainz M. J. *Lipids in Aquatic Ecosystems*. Dordrecht, The Netherlands : Springer, 2009. 380 p.
133. Ball G. F. M. *Vitamins: their role in human body*. Oxford: Blackwell Publishing. 2004. P. 133–180.
134. Basu S. Carbon tetrachloride induced lipid peroxidation: eicosanoid formation and their regulation by antioxidant nutrients. *Toxicology*. 2003. 189 (1–2). P. 113–127.
135. Berry M.J., Banu L., Larsen P.R. Type I iodothyronine deiodinase is a selenocysteine-containing enzyme. *Nature*. 1991. Vol. 349. P.438–440.
136. Bikle D. D., Pillai S. Vitamin D, Calcium. *Endocrinol. Rev.* 1993. Vol. 14. P. 312–315.
137. Blaner W. S., Obunike J. C., Kurlandsky S. B. Lipoprotein lipase hydrolysis of retinyl ester. Possible implications for retinoid uptake by cells. *Journal of biological chemistry*. 1994. V. 269. P.16559–16565.
138. Bogeruk A. Technologies in aquaculture: Theory and practice. Linking Tradition and Technology. Highest Quality for the Consumer – AQUA 2006, Abstracts. Florence, Italy, 2006. P. 89.
139. Characterization and comparison of fatty acyl $\Delta 6$ desaturase cDNAs from freshwater and marine teleost fish species / X. Zheng. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 2004. Vol. 139. P. 269–279.
140. Chvalova D., Špička J. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and $\omega 3/\omega 6$ ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*. 2008. Vol. 108, iss. 2. P. 689–694.
141. Clagett-Dame M., Knutson D. Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*. 2011. № 3. P. 385–428.
142. Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). / A. Ibarz at al. *Aquaculture*. 2005. Vol. 249. P. 477–486.

143. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasi* / M. D. Huynh. *Comp Biochem Physiol B: Biochem Mol Biol*. 2007. Vol. 146. P. 504–511.
144. Cook H. W., McMaster C. R. Fatty acid desaturation and chain elongation in teukaryotes. *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins am Membranes*. 4th edn. Amsterdam: Elsevier, 2002. P. 181–204.
145. Cutting edge: 1,25–Dihydroxyvitamin D₃ is a direct inducer of antimicrobial peptide gene expression / T. Wang et al. *J. Immunol*. 2004. Vol. 173. P. 2909–2912.
146. Debier C., Larondelle J. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *Brit. J. Nutrit*. 2005. V.93. N2. P.153–174.
147. DeLuca H. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am. J. Clin. Nutr*. 2004. Vol. 80. P. 1689–1696.
148. Effect of dietary supplementation of fatty acids and vitamins on the breeding performance of the carp *Catla catla* / S. Nandi at al. *Reprod Nutr Dev*. 2001. Vol. 41 (4). P. 365–375.
149. Effects of dietary vitamin A on broodstock performance, egg quality, early growth and retinoid nuclear receptor expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). / S. Fontagne-Dicharry et al. *Aquaculture*. 2010. Vol. 303, iss. 1–4. P. 40–49.
150. Effect of Selenate on Viability and Selenomethionine Accumulation of *Chlorella sorokiniana* Grown in Batch Culture / C. Gojkovic et al. *The Scientific World Journal*. Hindawi Publishing Corporation, 2014. P. 1–13.
151. Effect of eutrophication on mercury, selenium, and essential fatty acids in bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) from reservoirs of eastern China / N. R Razavi. *Sci Total Environ*. 2014. Vol. 499. P. 36–46.
152. Engin K. N. Alpha–tocopherol: looking beyond an antioxidant. *Molecular Vision*. 2009. Vol. 15. P. 855–860.
153. Fatty Acid Composition in Intramuscular Lipids of Experimental Scaly Crossbreds in 3-Year-Old Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) / H. Buchtova et al. *Acta Vet. Brno*. 2007, 76: 73–81.

154. Fernandez I., Gisbert E. The effect of vitamin A on flatfish development and skeletogenesis: A review. *Aquaculture*. 2011. Vol. 315. iss. 1–2. P. 34–48.
155. Finean J., Michele P. Membrane-bound enzymes. Membrane structures. *North.: Holland Biomed. Press*, 1991. P. 161-214
156. Folch J. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 1957. Vol. 226. P. 497–509.
157. Fontagne-Dicharry S., Medale F. Lipids of aquaculture fish species and their variation factors. *OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2010. Vol. 7. P. 209–213.
158. Haga S., Uji S., Suzuki T. Evaluation of the effects of retinoids and carotenoids on egg quality using a microinjection system. *Aquaculture*. 2008. Vol. 282. iss. 1–4. P. 111–116.
159. Harabawy A., Mosleh Y. The role of vitamins A, C, E and selenium as antioxidants against genotoxicity and cytotoxicity of cadmium, copper, lead and zinc on erythrocytes of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2014. Vol. 104. P. 28–35.
160. Harrison E. H. Mechanisms of digestion and absorption of dietary vitamin A. *Annu. Rev. Nutr.* 2005. V. 25. P. 87–103.
161. Harper C. R., Jacobson T. A. The fats of life: the role of omega-3 fatty acids in the prevention of coronary heart disease. *Arch. Intern. Med.* 2001. Vol. 161. iss. 18. P. 2185–2192.
162. Hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition of liver in salmonids: effects of dietary vegetable oil / D. Tocher et al. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*. 2001. Vol. 130 (2). P. 257–270.
163. Heuer H., Visser T. J. Minireview: Pathophysiological importance of thyroid hormone transporters. *Endocrinology*. 2009. Vol. 150. N 3. P. 1078–1083.
164. Hogstrand C. Zinc. Homeostasis and toxicology of essential metals. *London; Waltham; San Diego: Academic Press*, 2012. P. 135–200.

165. Hokin L. E., Hexum T. D. Studies on the characterization of the sodium-potassium transport adenosine triphosphatase IX on the role of phospholipids in the enzyme. *Biochem & Biophys.* 1992. № 2. P. 58–61.

166. Holick M. F. Vitamin D deficiency. *Engl. J. Med.* 2007. Vol. 357. P. 266–281.

167. *In vitro* effects of selenium on copper-induced changes in lipid metabolism of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) hepatocytes / Q. L. Zhu et al. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2014. Vol. 67. iss. 2. P. 252–260.

168. Influence of dietary iodine on the content of pork and distribution of the trace element in body / K. Franke et al. *Eur. Journal of Nutrition.* 2008. V.47. No 1. P. 40–46.

169. Irwandi J. Farida O. Mineral and heavy metal contents of marine fin fish in Langkawi island, Malaysia. *International Food Research Journal* 16. 2009. P. 105–112.

170. Izquierdo M. S., Fernandez-Palacios H., Tacon A. G. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Reproductive Biotechnology in Finfish Aquaculture.* 2001. P. 25–42.

171. Juan P. Infante A function for the vitamin E metabolite α -tocopherol quinone as an essential enzyme cofactor for the mitochondrial fatty acid desaturases. *FEBS Lett.* 1999. Vol. 446. N 1. P. 1–5.

172. Kates M. Techniques of lipidology. Amsterdam : Elsevier, 1986.

173. Kennedy K. J., Rains T. S., Shay N. F. Zinc deficiency changes preferred macronutrient intake in subpopulations of Sprague-Dewley outbred rats and reduces hepatic pyruvate kinase gene expression. *J. Nutr.* 1998. V. 128. P. 43–49.

174. Kimura Y. Carp oil or oleic acid, but not linoleic acid or linolenic acid, inhibits tumor growth and metastasis in Lewis lung carcinoma-bearing mice. *J. Nutr.* 2002. Vol. 132 (7). P. 2069–2075.

175. Köhrle J. The trace element selenium and the thyroid gland. *Biochimie.* 1999. Vol. 81. №5. P.527–533.

176. Köhrle J. The selenoenzyme family of deiodinase isoenzymes controls local thyroid hormone availability. *Rev. Endocrine Metabol. Dis.* 2000. Vol.1. P. 59–48.
177. Koga T., Terao J. Antioxidant behaviors of vitamin E analogues in unilamellar vesicles. *Bioscience, biotechnology and biochemistry.* 1996. Vol. 60, № 6. P. 1043–1045.
178. Korn E. D. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. *Lipids.* 2000. Vol. 35. P. 131–135.
179. Lall S. P. The minerals. *Fish nutrition. 3-rd edn. San Diego : Academic Press,* 2002. P. 259–308.
180. Li G, Sinclair A. J., Li D. Comparison of lipid content and Fatty Acid composition in the edible meat of wild and cultured freshwater and marine fish and shrimps from china. *J Agric Food Chem.* 2011. Vol. 59. P. 1871–1881.
181. Lian T. S., Jeng S. S. Comparative zinc concentrations in tissues of common carp and other aquatic organisms. *Zool. Stud.* 1998. Vol. 37. № 3. P. 184-190.
182. Liasset B, Lied E, Espe M. Enzymatic hydrolysis of byproducts from the fish-filleting industry; chemical characterisation and nutritional evaluation. *J Sci Food Agr.* 2000. Vol. 80. P. 581–589.
183. Lipid and fatty acid dynamics in mature female albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the western Indian Ocean / Z. Dhurmeea. *PLoS One.* 2018 Apr 2. 13(4).
184. Lipid content and composition in common carp—optimization of n-3 fatty acids in different pond production systems / J. Mraz et al. *Journal of Applied Ichthyology.* 2012, Vol. 28. P. 238–244.
185. Lipid classes and fatty acid profile of selected Indian fresh water fishes. / H. C. Swapna et al. *J Food Sci Technol.* 2010. Vol. 47(4). P. 394–400.
186. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female broodstocks of white seabream / J. R. Cejas et al. *Comp Biochem Physiol B: Biochem Mol Biol.* 2004. Vol. 138. P. 91–102.

187. Martinez-Alvarez Rosa M., Morales Amilia E., Sanz Ana. Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Fish Biology and Fisheries*. 2005. 15. P. 75–88.
188. Meyer A. J. The integration of glutathione homeostasis and redox signaling. *J. Plant Physiol*. 2008. Vol. 165. P. 1390-1403
189. Miranda E. R., Dey C. S. Effect of chromium and zinc on insulin signaling in skeletal muscle cells. *Biol. Trace Elem. Res*. 2004. Vol. 101. № 1. P.19–36.
190. Modulation of the arachidonic cascade with omega-3 fatty acids or analogues: potential therapeutic benefits / I. Roland et al. *Mini Rev. Med. Chem*. 2004. Vol. 4. № 6. P. 659–568.
191. Moffat R. G., Stamford B. Lipid metabolism and health, Taylor and Francis, 2006, 377 p.
192. Mraz J., Pickova J. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 2009. Vol. 35. P. 615–623.
193. Mraz J., Pickova J. Factors influencing fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle. *Neuroendocrinology Letters*. 2011. Vol. 32. P. 3–8.
194. Northcote D. H. Effects of dietary linolenic acid on the conversion and oxidation of ¹³C-linolenic acid. *Lipids*. 2000. Vol. 35. P. 137–142.
195. Novel Transcriptional Activities of Vitamin E: Inhibition of Cholesterol Biosynthesis / V. Scott et al. *Biochem*. 2008. Vol. 47. N 2. P. 744–752
196. Oxidative stress and antioxidant defenses in goldfish *Carassius auratus* during anoxia and reoxygenation / V. I. Lushchak et al. *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol*. 2001. Vol. 280. P. 100–107.
197. Ortega A, Mourente G. Comparison of the lipid profiles from wild caught eggs and unfed larvae of two scombroid fish: northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L., 1758) and Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Fish Physiol Biochem*. 2010. Vol. 36 (3). P.461–471.

198. Oxidative stress generated by dietary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / M. Hidalgo et al. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 2002. Vol. 34. iss. 2. P. 183–193.
199. Palace V. P., Werner J. Vitamins A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Sci. Mar.* 2006. V. 70S2. P. 41–57.
200. Penglase S., Hamre K., Ellingsen S. Selenium and mercury have a synergistic negative effect on fish reproduction. *Aquatic Toxicology*. 2014. Vol. 149. P. 16–24.
201. Phospholipid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae starved or fed different phospholipid classes / I. Geurden et al. *Aquaculture*. 1999. Vol. 171. № 1–2. P. 93–107.
202. Phonpanichrasamee C., Komaratat P., Wilairat P. Hypocholesterolemic effect of vitamin E on cholesterol-fed rabbit. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1990. Vol. 60. P. 240–244.
203. Plasma membrane transport of thyroid hormones and its role in thyroid hormone metabolism and bioavailability / G. Hennemann et al. *Endocr. Rev.* 2001. Vol. 22. P. 451–476.
204. Pothoven M. A., Beitz D. C. Changes in fatty acid synthesis and lipogenic enzymes in adipose tissue from fasted and fasted reefered fishes. *J. of Nutr.* 1995. Vol. 105. P. 1055–1061.
205. Powell S. R. The antioxidant properties of zinc. *J. nutrit.* 2000. Vol. 130. № 5. P. 1447–1454.
206. Prato E., Biandolino F. Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chem.* 2012. Vol. 131. P. 1233–1239.
207. PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health / F. Sahena. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2009. Vol. 8. P. 59–74.
208. Purification and Characterization of Black Porgy Muscle Cu/Zn Superoxide Dismutase / Chi -Tsai Lin et al. *Zoological Studies*. 2001. V. 40 (2). P. 84–90.

209. Storey K. B. Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 1996. V. 29. № 12. P. 1715–1733.
210. Regulation by vitamin E of the scavenger receptor BI in rat liver and HepG2 cells. W. Witt et al. *J. Lipid. Res.* 2000. Vol. 41. P. 2009–2016.
211. Retina, retinol, retinal and the natural history of vitamin A as a light sensor / M. Zhong et al. *Nutrients.* 2012. 4(12). P. 2069–2096.
212. Seasonal variations of fatty acid profile in different tissues of farmed bighead carp (*Aristichthys nobilis*) / H. Hong. *J Food Sci Technol.* 2015. Vol. 52(2). P. 903–911.
213. Short communication: Fat-soluble vitamin and mineral status of milk replacer-fed dairy calves effect of growth rate during the preruminant period / Nonnecke B. J. et al. *J. Dairy Sci.* 2010. Vol. 93. № 6. P. 2684–2690.
214. Simopoulos A. P. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008. Vol. 17. P. 131–134.
215. Soils and iodine deficiency. Essential of medical Geology. Sentinus / R. B. Finkelmann et al. *Elsevier San Diego. C.A.* 2005. P. 417–433.
216. Somerharju P., Virtanen J. A., Cheng K. H. Lateral organisation of membrane lipids. The superlattice view. *Biochim. Biophys. Acta.* 1999. Vol. 1440. P. 32-48.
217. Struchkov V. A., Strazhevskaya N. B. Structural and functional aspects of nuclear lipids of normal and tumor cells. *Biochem. (Moscow).* 2000. Vol. 65. P. 526-545.
218. Subramanian S., Ross N. W., MacKinnon S. L. Comparison of antimicrobial activity in the epidermal mucus extracts of fish. *Comp. Biochem. Physiol. B* 2008. V. 150. P. 85–92.
219. Supplemental effect of vitamin A in diet on the reproductive performance and egg quality of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* / H. Furuita et al. *Aquac. Res.* 2003. V. 34. P. 461–468.

220. Suzuki K. T., Ogra Y. Metabolic pathway for selenium in the body: Speciation by HPLC–ICP MS with enriched Se. *Food Addit. Contam.* 2002. Vol. 19. P. 974–983.
221. Takada T., H. Suzuki. Molecular mechanisms of membrane transport of vitamin E. *Mol. Nutr. Food Res.* 2010. Vol. 54. № 5. P. 616–622.
222. Tanumihardjo S. A. Vitamin A: biomarkers of nutrition for development. *Am. J. Clin. Nutr.* 2011. Vol. 94. №2. P. 658S–665S.
223. Targeted ablation of the 25-hydroxyvitamin D1 alpha-hydroxylase enzyme: evidence for skeletal reproductive and immune dysfunction / D. K. Panda et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2001. Vol. 98. № 13. P. 7498–7503.
224. The effect of zinc sulphate and zinc carnosine on genome stability and cytotoxicity in the WIL2-NS human lymphoblastoid cell line / R. Sharif et al. *Mutat. Res.* 2011. Vol. 720. P. 22–33
225. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish / D. R Tocher. et al. *Aquaculture.* 2008. Vol. 280. iss. 1–4. P. 21–34.
226. Thurnham D. I., Northrop–Clewes C. A. Optimal nutrition: vitamin A and the carotenoids. *Proc. Nutr. Sci.* 1999. Vol. 117. P. 449–457.
227. Tocher D. R. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev. Fish. Sci.* 2003. Vol. 11. P. 107–184.
228. Tocopherols, carotene–oids and the glutathione system / H. Sies et al. *In Lipid-soluble Antioxidants: Biochemistry and Clinical Application.* Birkhauser Verlag. 1992. P. 160–165.
229. Toure F., Lucas E., Stoecker B. Fish and shrimp added bioavailable iodine to cassava and millet-based diets. *Ecology of Food and Nutrition.* 2003. Vol. 42. № 3. P. 223–239.
230. Two $\Delta 6$ -desaturase-like genes in common carp (*Cyprinus carpio* var. Jian): structure characterization, mRNA expression, temperature and nutritional regulation / H. T. Ren et al. *Gene.* 2013. Vol. 525. iss. 1. P. 11–17.
231. Vallee B. L., Falchuk K. H. The biochemical basis of zinc physiology. *Physiol. Rev.* 1993. 73. P. 79–118.

232. Vega V. A., Anzulovich A., Varas S. Effect of nutritional vitamin A deficiency on lipid metabolism in the rat heart: Its relation to PPAR gene expression. *Nutrition*. 2009. V. 25. № 7. P. 828–838.
233. Vitamin D metabolism, functions and needs: From science to health claims / S. Battault et al. *Eur. J. Nutr.* 2013. Vol. 52. P. 429–441.
234. Vitamin E and egg quality / P. Surai et al. *Proc. VI European Symposium on the Quality of Egg and Product*. Saragosa, Spain, 1995. P. 387–394.
235. Vitamin E function and requirements in relation to PUFA / D. Raederstorff et al. *Br. J. Nutr.* 2015. Vol. 114. iss. 8. P. 1113–1122.
236. Wacker M., Holick M. F. Vitamin D – Effects on skeletal and extraskkeletal health and the need for supplementation. *Nutrients*. 2013. Vol. 5. P. 111–148.
237. Watanabe T., Kiron V., Satoh H. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 1997. Vol. 151. № 1–4. P. 185–207.
238. Wekell J. C., Shearer K. D., Gauglitz E. J. Zinc supplementation of trout diets: tissue indicators of body zinc status. *Prog. Fish Cult.* 1986. Vol. 48. P. 205–212.
239. White J. H. Vitamin D metabolism and signaling in the immune system. *Rev. Endocr. Metab. Disord.* 2012. Vol. 13. P. 21–29.
240. Winston G.W. Oxidant and antioxidant in aquatic animals. *Comp. Biochem. Physiol.* 1991. Vol. 100. № 1–2. P. 173–176.
241. Wintergerst E. S., Maggini S., Hornig D. H. Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function. *Ann. Nutr. Metab.* 2007. Vol. 51. № 4. P. 301–323.
242. Wojtusik J., Johnson P. A. Vitamin D regulates anti-Mullerian hormone expression in granulosa cells of the hen. *Biol. Reprod.* 2012. Vol. 86. №3. P. 91.
243. Wolf G. A history of vitamin A and retinoids./ *The FASEB J.* 1996. V. 10. P. 1102–1107.

244. Woodall A. A., Britton G., Jackson M. J. Antioxidant activity of carotenoids in phosphatidylcholine vesicles: chemical and structural considerations. *Biochem. Soc. Trans.* 1995. Vol. 23. P. 133.

245. Young A. J., Lowe G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Arch. Biochem. and Biophys.* 2001. 385. № 1. C.20–27.

246. Zinc ions as cytochrome c oxidase inhibitors: two sites of action / S.S. Kuznetsova et al. *Biochem. (Moscow)*. 2005. Vol. 70. P. 128-136.

247. Zinc transport in the brain: routes of zinc influx and efflux in neurons / R.A. Colvin et al. *J. Nutrit.* 2000. Vol. 130. P. 1484-1487.

248. Zhen-Yu Du, Pierre Clouet, Wen-Hui Zheng. Biochemical hepatic alterations and body lipid composition in the herbivorous grass carp fed high-fat diets. *British Journal of Nutrition*. 2006. Vol. 95. P. 905–915.

249. Zolfaghari R., Ross A. C. Recent advances in molecular cloning of fatty acid desaturase genes and the regulation of their expression by dietary vitamin A and retinoic acid. *Prostagland., Leukotrien. and Essential Fatty Acids*. 2003. Vol. 68 (2). P. 171–179.

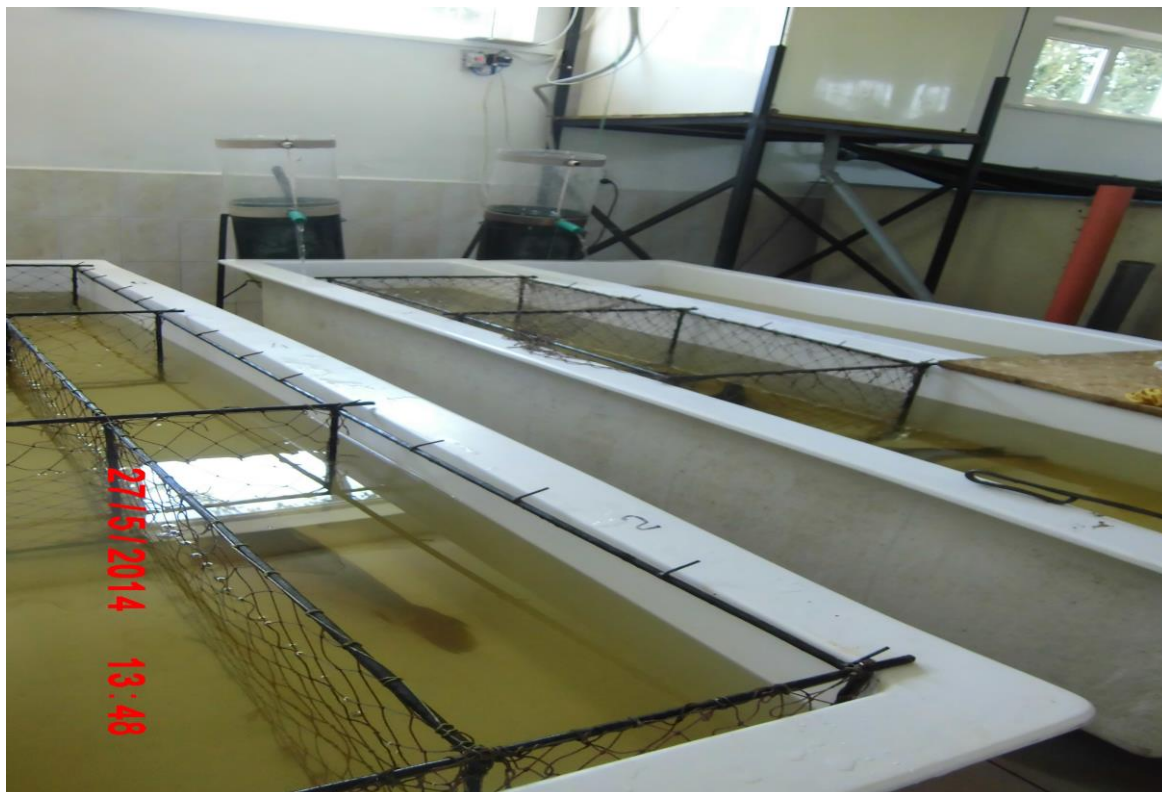
250. Steffens W. Aquaculture produces wholesome food: cultured fish as a valuable source of n-3 fatty acids. *Aquaculture International*. 2016. Vol. 24. P. 787–802.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**Склад комбікорму, який згодовували самицям коропа впродовж дослідів у
переднерестовий період**

Складники	Кількість, %
Рибне борошно	50,0
Пшениця	19,0
Жито	11,0
Соєвий шрот	11,0
Гідролізні дріжджі	3,0
Трав'яна мука	1,0
Олія соняшникова	4,5
Вітамінно-мінеральна добавка	0,5

ДОДАТОК Б**Експериментальні дослідження у Львівській дослідній станції Інституту
рибного господарства НААН**

ДОДАТОК В

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 119366

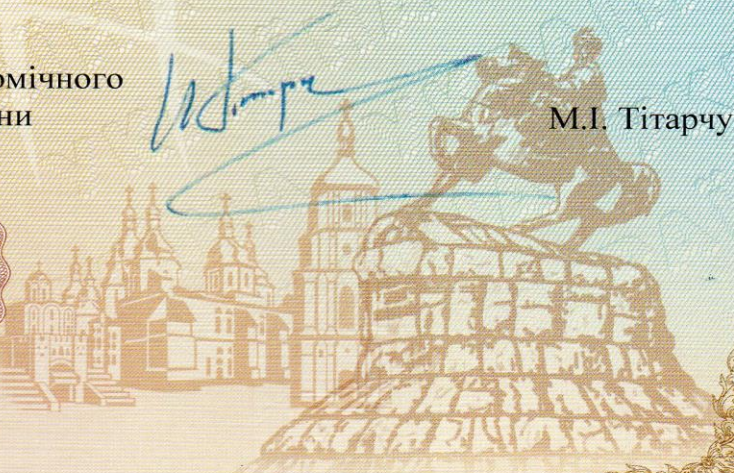
**СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РЕПРОДУКТИВНОЇ ЗДАТНОСТІ ТА
КОРЕКЦІЇ МЕТАБОЛІЗМУ ЛІПІДІВ У КОРОПОВИХ РИБ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.09.2017**.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук



ДОДАТОК Д

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор
 Львівської дослідної
 станції ІРГ НААН

Ковальчук О. М.
 червня 2015 р.

АКТ



про здійснення виробничої перевірки науково-дослідної роботи з вивчення впливу вітамінно-мінеральної добавки на організм самиць коропа в переднерестовий період

Ми, що нижче підписались, комісія з складі завідувача лабораторії селекції Сярого Б. Г., завідувача лабораторії іхтіопатології Піруса Р. І., аспіранта Юрчак С. В., аспіранта Фурманевич М. Б. склали даний акт про те, що з метою виконання виробничої перевірки наукової роботи 02 квітня 2015 року у три дослідні басейни РАС (рециркуляційної акватичної система) Дослідного господарства ЛДС ІРГ НААН було посаджено дві експериментальні та контрольну групи самиць коропа для проведення переднерестової годівлі, по три екземпляри в кожній групі.

Самицям коропів 1-ї групи згодовувався гранульований комбікорм без добавок вітамінів і мікроелементів правили за контроль. Самицям коропів 2-ї групи протягом місяця до передбачуваного нересту згодовувався гранульований комбікорм з добавками «Тривіту» в кількості з розрахунку 2500 ІО вітаміну А, 3333 ІО вітаміну D₃, 1,7 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. Самкам коропів 3-ї групи протягом місяця згодовувався гранульований комбікорм з добавками «Тривіту» у кількості з розрахунку 5000 ІО вітаміну А, 6666 ІО вітаміну D₃, 3,3 мг вітаміну Е та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену відповідно у вигляді йодистого калію – 10 мг/кг комбікорму, сульфату цинку – 60 мг/кг та селеніту натрію – 0,5 мг/кг.

05 травня проведено гормонально індукований штучний нерест і отримано ікру, яку запліднено сухим методом в штучних умовах. Величина відносної плодючості, яка у контрольній групі становила 52,2 тис. ікринок/кг маси, була вірогідно вищою у дослідній 1-ій групі на 7%, та у 2-ій – на 10%. Вихід з ікри в контрольній групі становив 65%, у дослідних першій та другій групах він був вищим на 13% та 11%, відповідно. У риб було зібрано кров та ікру на біохімічні та імунологічні аналізи.

Підписи:

 Сярий Б.Г.
 Пірус Р.І.
 Юрчак С.В.
 Фурманевич М.Б.

ДОДАТОК Е

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор
 Львівської дослідної
 станції ІРГ НААН
 Ковальчук С. М.
 «06» червня 2016 р.



АКТ

**впровадження науково-дослідної роботи з вивчення впливу вітамінно-мінеральної
 добавки на організм самців коропа в переднерестовий період**

Ми, що нижче підписались, комісія в складі завідувача лабораторії селекції Сярого Б. Г., завідувача лабораторії іхтопатології Піруса Р. І., аспіранта Юрчак С. В., аспіранта Фурманевич М. Б. склали даний акт про те, що з метою виконання виробничої перевірки наукової роботи 02 травня 2016 року у дослідній басейні РАС (рециркуляційної акватичної системи) Дослідного господарства ЛДС ІРГ НААН було посаджено експериментальну групу самців коропа, в кількості п'ять особин, для проведення переднерестової годівлі.

Самицям керопів протягом місяця до передбачуваного нересту годувували гранульований комбікорм з добавками «Тривіту» в кількості з розрахунку 2500 Ю вітаміну А, 3333 Ю вітаміну D₃, 1,7 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.

01 червня 2016 року проведено гормонально індукований штучний нерест і отримано ікру, яку запліднено в штучних умовах. Середня величина відносної плодючості у групі самців становила 57,17 тис. ікринок/кг маси тіла. Вихід личинок з ікри становив 74 %. У риб після нересту було відібрано кров та ікру на біохімічні та імунологічні аналізи.

Підписи:

 Сярий Б.Г.
 Пірус Р.І.
 Юрчак С.В.
 Фурманевич М.Б.

ДОДАТОК Ж

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
академік НААН України Збатуллін І.К.

“ 18 ” 05

2018 р.



КАРТКА ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ

Викладені у дисертаційній роботі Масюк Марії Богданівни «Обмін ліпідів в організмі коропа на різних стадіях розвитку за дії вітамінно-мінеральної добавки» результати досліджень мають наукове та практичне значення щодо впливу жиророзчинних вітамінів А, D₃, Е та мікроелементів Цинк, Селен та Йод на фізіологічний стан та біологічну цінність м'яса риб і прийняті для використання у навчальному процесі кафедри гідробіології та іхтіології факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України при викладанні навчальних дисциплін «Іхтіологія загальна», «Іхтіологія спеціальна», «Гідробіологія», «Рибальство», «Біологічні основи рибного господарства».

Результати досліджень за темою дисертаційної роботи Масюк Марії Богданівни розглянуто і схвалено на засіданні кафедри гідробіології та іхтіології протокол №13 від 11.05.2018 року факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України та визнано, що результати цієї роботи є актуальними, мають науково-практичну, методичну та практичну цінність для іхтіології, біохімії та біології.

Завідувач кафедри гідробіології та
іхтіології НУБіП України
кандидат біологічних наук, доцент

П. Г. Шевченко

ДОДАТОК 3

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ТВАРИН

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНОЇ
ДОБАВКИ У РАЦІОНІ КОРОВИНИХ РІНЬ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Львів 2018 р.

УДК:577.16: 577.18: 591.545: 639.21: 597.556.15

Рекомендації розроблені співробітниками лабораторії імунології Інституту біології тварин НААН та співробітниками Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН — кандидатом сільськогосподарських наук Смолянником К. Б., молодшим науковим співробітником Масюк М. Б., молодшим науковим співробітником Руденко О. П., кандидатом біологічних наук Забітківським Ю. М., доктором ветеринарних наук, професором Віщуром О. І.

В основу рекомендацій покладено вітамінно-мінеральну добавку, що містить жиророзчинні вітаміни А, D₃, Е і мікроелементи Селен, Цинк та Йод, розроблену співробітниками лабораторії імунології. Подано коротку характеристику вказаних інгредієнтів вітамінно-мінеральної добавки та основні способи її застосування з метою підвищення репродуктивної функції самиць коропа й імунного потенціалу корописих риб. Узагальнено результати наукових досліджень щодо ефективності застосування вітамінів та мікроелементів на організм коропа та впливу на його продуктивність.

Ефективність застосування вітамінно-мінеральної добавки у раціоні корописих риб: науково-практичні рекомендації / Смолянник К. Б., Масюк М. Б., Руденко О. П., Забітківський Ю. М., Віщур О. І. — Львів, 2018. — 19 с.

Рекомендації затверджені членою радою Інституту біології тварин НААН, протокол № 9 від 16.12.2015 р.

Призначено для лікарів ветеринарної медицини, спеціалістів рибного господарства, наукових співробітників, викладачів і студентів ветеринарних та аграрних ВНЗ.

Рецензенти : д. вет. н. Юськів Л. Л., к. с.-г. н. Цап М. М.

ДОДАТОК К

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Заст. директора Інституту
 біології тварин НААН
 з наукової роботи, д.б.н.
 Р.Я.Іскра
 «18» травня 2014 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Заст. директора Львівської
 дослідної станції Інституту рибного
 господарства НААН, к.б.н.
 Ю.М.Забитівський
 «18» травня 2014 р.



А К Т

про постановку дослідів лабораторії імунології
 Інституту біології тварин НААН у Львівській дослідній станції Інституту
 рибного господарства НААН від 17 травня 2014 року.

Ми, що нижче підписані, завідувач лабораторії імунології, д.вет.н. Віщур О. І., с.н.с. лабораторії Смолянінов К.Б. та аспірантка Фурманевич М.Б. з однієї сторони та гол.н.с. Львівської дослідної станції Пірус Р.І. з іншої сторони, склали даний акт про те, що 17 травня 2014 року розпочато дослід по етапу 31.00.03.07.01 П. Дослідження дії біологічно активної добавки до раціону самиць коропа на їх репродуктивну функцію.

Дослідження проводитимуться на трьох групах самиць короїв 5-ти річного віку. Риби будуть утримуватися в окремих секціях в умовах ставу розділених за принципом аналогів по 20 риб у кожному. Рибам I групи (контрольної) за місяць до передбачуваного нересту буде згодовуватись звичайний гранульований комбікорм (рибне борошно, пшениця, житнє борошно, олія) без добавок вітамінів і мікроелементів, II-ої групи (дослідної – Д1) – гранульований комбікорм з добавками тривіту у дозі з розрахунку 2500 ІО вітаміну А та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді відповідно калію йодистого – 5 мг/кг комбікорму, цинку сульфату – 40 мг/кг та натрію селеніту – 0,3 мг/кг, а рибам III-ої групи (дослідної – Д2) – гранульований комбікорм з добавками тривіту у дозі з розрахунку 5000 ІО вітаміну А і мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді відповідно калію йодистого – 10 мг/кг комбікорму, цинку сульфату – 60 мг/кг, натрію селеніту – 0,5 мг/кг.

Після закінчення дослідів, який триватиме 30 діб у риб буде знято кров, ікру, зразки скелетних м'язів та печінки для досліджень.

Акт складений у 3-ох примірниках.

Підпис:



О. І. Віщур
 К.Б. Смолянінов
 М.Б. Фурманевич
 Р.І. Пірус

ДОДАТОК Л

„ЗАТВЕРДЖУЮ ”

Заст. директора Інституту біології тварин НААН України з наукової роботи, д.вет.н., членкор. НААН



Р.С. ФЕДОРУК

2014 р.

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник директора Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН



Ю.М. ЗАБИТІВСЬКИЙ

2014 р.

А К Т

про завершення дослідження лабораторії імунології Інституту біології тварин НААН у Львівській дослідній станції Інституту рибного господарства НААН від 17 червня 2014 року.

Ми, що нижче підписані, завідувач лабораторії імунології, д.вет.н. Віщур О.І., ст.н.с. лабораторії Смолянінов К.Б. та аспірантка Фурманевич М.Б. з однієї сторони та гол.н.с. Львівської дослідної станції Пірус Р.І. з іншої сторони, склали даний акт про те, що 17 червня 2014 року завершено дослід по етапу 31.00.03.07.01. Дослідження дії біологічно активної добавки до раціону самиць коропа на їх репродуктивну функцію.

Дослідження проведено на трьох групах самиць коропа 5 річного віку, розділених за принципом аналогів по 20 риб у кожній. Рибам I групи (контрольної) годували гранульований комбікорм, II групи (дослідної) за місяць до передбачуваного нересту – відповідно комбікорм з добавкою вітамінів А, D₃, Е з розрахунку 2500 М.О. вітаміну А, та та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді йодистого калію у дозі 5 мг/кг комбікорму, сульфату цинку у дозі 40 мг/кг та селеніту натрію у дозі 0,3 мг/кг, III групи (дослідної) за місяць до передбачуваного нересту – відповідно комбікорм з добавкою вітамінів А, D₃, Е з розрахунку 5000 М.О. вітаміну А, та та мікроелементів Йоду, Цинку і Селену у вигляді йодистого калію у дозі 10 мг/кг, сульфату цинку у дозі 60 мг/кг та селеніту натрію 0,5 мг/кг.

Від риб трьох груп у кількості по 5 з кожної взято кров для біохімічних та імунологічних досліджень та відібрано ікру.

Акт складений у 3-ох примірниках.

Підписи:

О.І. Віщур
К.Б. Смолянінов
М.Б. Фурманевич
Р.І. Пірус