FEEDS AND FEEDING / КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2025; 3(73): 182-204
DOI: https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.182
UDC 639.311:615

Received: 23.07.2025
Received in revised form: 14.08.2025
Accepted: 04.09.2025

EFFECT OF EXPERIMENTAL INTENSIFICATION MEASURES ON PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF POND FISH

L. Shtynda, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-2569-0616, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv
I. Barylo, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0009-0003-1357-6981, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv
Y. Loboiko, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-9206-8023, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv
V. Senechyn, senechin@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-6347-296X, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv
B. Barylo, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-0075-8159, Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv

Purpose. *A study of physiological and biochemical parameters of age-1+ common carp and age-2+ Chinese carps to obtain a general assessment of the physiological state of their body as a result of an experimental complex of intensification measures, which consisted in adding compost to the ponds and supplementing their diet with the premix "Super Carp Boost 2%".*

ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ІНТЕНСИФІКАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ НА ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНІЗМУ СТАВОВИХ РИБ

Л. Й. Штинда, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0009-0000-2569-0616, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів
І. С. Барило, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0009-0003-1357-6981, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів
Ю. В. Лобойко, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-9206-8023, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів
В. В. Сенечин, senechin@ukr.net, ORCID ID 0000-0001-6347-296X, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів
Б. С. Барило, llobojko@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-0075-8159, Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького, м. Львів

Мета. *Дослідження фізіологічних та біохімічних показників дволіток коропа і трилітoк рослиноїдних риб для загальної оцінки фізіологічного стану їхнього організму в результаті експериментального комплексу інтенсифікаційних заходів, що полягали у внесенні у стави компосту та введенні до складу раціону преміксу «Супер Короп Буст 2%».*

Methodology. *The study was conducted in the conditions of the Rudnyky farm – department of PJSC Lviv Regional Production Fish Plant for 160 days. Fish were grown at a stocking density of 2240 ind./ha and polyculture of age-1 carp, age-2 bighead carp and age-2 grass carp in the ratio of 79.9:12.9:7.1%, respectively. Fish in the control group and experiment 1 were fed a feed mixture throughout the growing season. In experiment 2, a feed mixture containing the vitamin-mineral-amino acid premix "Super Carp Boost 2%" was fed. Compost was applied to the ponds of both experimental groups (experiment 1 and experiment 2) at the rate of 5 t/ha. In the studied fish, the following were determined: fat content, protein and dry matter in skeletal muscles; erythrocyte and leukocyte counts, haemoglobin concentration, and haematocrit; total protein and the ratio of individual protein fractions in blood serum; lipid peroxidation products and antioxidant enzymes in the liver and skeletal muscles.*

Findings. *In experiment 2, as a result of the application of a set of intensification measures, an increase in the content of dry matter, protein, and fat in the muscles of common carp and grass carp was recorded. An increase in the erythrocyte count, haemoglobin content, and haematocrit in the blood of common carp and grass carp as well as a decrease in the leukocyte count in the blood of all species of farmed fish was found. Also, in experiment 2, an increase in α-globulins and a decrease in γ-globulin fractions in the blood serum of common carp, a decrease in β-globulin fractions in the blood serum of bighead and grass carps, and an increase in γ-globulin fractions in grass carp were recorded. In the liver and skeletal muscle tissues of age-1+ common carp and age-2+ grass carp of experiment 2, a decrease in the content of lipid peroxidation products and an increase in the activity of enzymes of the body's antioxidant defence system were found.*

Originality. *For the first time, a study was conducted on the effect of a complex of intensification measures, which consisted of adding compost to ponds and introducing the "Super Carp Boost 2%" premix into the diet, on the physiological and biochemical parameters of farmed fish.*

Practical Value. *The use of an experimental complex of intensification measures contributes to improving the intensity of metabolic processes in the fish organism, which, when implemented in practice, provides for the optimization of the production of fish products.*

Методика. *Дослідження проводили в умовах господарства «Рудники» ПрАТ «Львівський обласний виробничий рибний комбінат» впродовж 160 діб. Сформовано контрольну та дві дослідних групи риб, яких вирощували у ставах площею відповідно 4,2; 4,6 та 5,6 га. Риб утримували за густоти посадки 2240 екз./га та полікультури однорічок коропа, дворічок строкатого товстолобика та дворічок білого амура у співвідношенні 79,9:12,9:7,1% відповідно. Рибам контрольної групи та досліду 1 згодовували кормосуміш упродовж всього вегетаційного періоду. У досліді 2 згодовували кормосуміш, яка містила вітамінно-мінерально-амінокислотний премікс «Супер Короп Буст 2%». У стави обох дослідних груп (дослід 1 та дослід 2) вносили компост із розрахунку 5 т/га. У досліджуваних риб проводили визначення: вмісту жиру, протеїну та сухої речовини у скелетних м'язах; кількості еритроцитів і лейкоцитів, концентрації гемоглобіну та гематокритної величини; загального білка та співвідношення окремих білкових фракцій у сироватці крові; продуктів ПОЛ та антиоксидантних ферментів у печінці та скелетних м'язах.*

Результати. *У досліді 2 в результаті застосування комплексу інтенсифікаційних заходів було встановлено збільшення вмісту сухої речовини, білка та жиру у м'язах коропа та білого амура. Встановлено зростання показників кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокритної величини у крові коропа та білого амура, а також зниження кількості лейкоцитів у крові усіх видів вирощуваних риб. Також у досліді 2 відмічено зростання α-глобулінів та зниження γ-глобулінових фракцій сироватки крові коропів, зниження β-глобулінових фракцій у сироватці крові строкатого товстолобика та білого амура, а також зростання γ-глобулінових фракцій у білого амура. У тканинах печінки та скелетних м'язів дволіток коропів і триліток білого амура досліду 2 встановлено зниження вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів та підвищення активності ферментів системи антиоксидантного захисту організму.*

Наукова новизна. *Вперше проведено дослідження впливу комплексу інтенсифікаційних заходів, що полягали у внесенні у стави компосту та введенні до складу раціону премікса «Супер Короп Буст 2%», на фізіологічні та біохімічні показники вирощуваних риб.*

Практична значимість. *Застосування*

Keywords: *premix, "Super Carp Boost 2%", compost, carp, Chinese carps.*

експериментального комплексу інтенсифікаційних заходів сприяє покращенню інтенсивності обмінних процесів в організмі риб, що при практичному впровадженні передбачає оптимізацію виробництва рибної продукції.

Ключові слова: *премікс, «Супер Короп Буст 2%», компост, короп, рослиноїдні риби.*

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

One of the main tasks of pond fish farming is its intensification by affecting production processes in the pond biocenosis, identifying opportunities to obtain maximum fish productivity and reduce feed costs. In this context, the production and use of biocomposts in fish ponds is justified. It is essentially aimed at involving in the economic and biological cycle of inert organic-mineral substrates in terms of fertilizing properties – plant residues and bottom sediments of fish ponds [1].

At the same time, aquaculture production is largely dependent on the cost of functional feeds used to feed fish. The cost of feed can reach 50–70% of the cost of the resulting product. To solve this problem, a search is being made for feed components and additives to create balanced fish feeds for fish [2–6].

Reducing specific feed costs in intensive fish farming can be achieved by developing new vitamin-mineral-amino acid (VMA) premixes for cyprinids, which supplement the insufficient amount of biologically active substances in the artificial feeds used, and also increase their digestibility. To solve this problem, a search is being carried out for raw materials and means to improve artificial feed formulations, which, in accordance with the efficiency of use and

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Одним із головних завдань ставового рибництва є його інтенсифікація шляхом впливу на продукційні процеси у біоценозі ставу, виявлення можливостей отримання максимальної рибопродуктивності та зниження витрат кормів. У цьому контексті виправданим є виробництво та застосування в рибницьких ставах біокомпостів. Воно за своєю суттю спрямоване на залучення до господарсько-біологічного кругообігу інертних за удобрювальними властивостями органо-мінеральних субстратів — рослинних залишків та донних відкладів рибницьких ставів [1].

Водночас, виробництво продукції аквакультури значною мірою залежить від вартості функціональних кормів, які використовують для годівлі риб. Вартість кормів може досягати 50–70% від собівартості отриманої продукції. Для вирішення цієї проблеми здійснюється пошук кормових компонентів та добавок для створення збалансованих рибних кормів для риб [2–6].

Зниження питомих витрат кормів при інтенсивному вирощуванні риб можливо досягти за розробки нових вітамінно-мінерально-амінокислотних (ВМА) преміксів для коропових риб, які поповнюють у використовуваних штучних кормах дефіцит біологічно активних речовин, а також підвищують їх засвоюваність. Для розв'язання цієї проблеми здійснюється пошук сировини та засобів для удосконалення рецеп-

cost, can be an alternative to foreign analogues [7–12].

HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

When growing pond fish, especially in polyculture conditions, the integrated use of complete feeding and intensive fertilization technology is a key factor in obtaining high fish productivity. One way to increase the efficiency of feeding different age groups of fish with artificial feeds is to use premixes that can meet the fish's needs for vitamins, amino acids, macro- and microelements. The latter are characterized by a positive effect on fish productivity and growth rates during the cultivation process, however, there is very little information in the literature on the complex effect of composts and premixes on the physiological and biochemical parameters of carps [13–19].

Based on the above, the purpose of our research was to study the physiological and biochemical parameters of age-1+ common carp and age-2+ Chinese carps to obtain a general assessment of the physiological state of their body after adding compost to the ponds and feeding the VMA premix "Super Carp Boost 2%" as part of the feed.

MATERIALS AND METHODS

Three experimental ponds with areas of 4.2, 4.6 and 5.6 hectares were involved in the 2024 growing season studies. The study was conducted at the Rudnyky farm of the PJSC Lviv Regional Production Fish Plant for 160 days. The fattening ponds were stocked with polyculture fish (age-1 common carp, age-2 bighead carp

тів штучних кормів, що, відповідно до ефективності використання та вартості, можуть бути альтернативою закордонних аналогів [7–12].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

При вирощуванні ставових риб, особливо в умовах полікультури, комплексне застосування повноцінної годівлі та інтенсивної технології удобрення є ключовими чинниками отримання високої рибопродуктивності. Одним із способів підвищення ефективності годівлі різновікових груп риб штучними кормами є використання преміксів, здатних забезпечувати потреби риб у вітамінах, амінокислотах, макро- і мікроелементах. Останні характеризуються позитивним впливом на рибопродуктивність та темпи росту в процесі вирощування, однак інформації щодо комплексного впливу компостів та преміксів на фізіологічні та біохімічні показники коропа та рослиноїдних риб в літературі зустрічається дуже мало [13–19].

Виходячи з вищевикладеного, метою нашого дослідження було вивчення фізіологічних та біохімічних показників дволіток коропа і триліток рослиноїдних риб для загальної оцінки фізіологічного стану їхнього організму за внесення у стави компосту та згодовування ВМА-премікса «Супер Короп Буст 2%» у складі корму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У дослідженнях вегетаційного сезону 2024 р. були задіяні три експериментальних стави площею 4,2; 4,6 та 5,6 га. Дослідження проводили в умовах господарства «Рудники» ПрАТ «Львівський обласний виробничий рибний комбінат» упродовж 160 діб. Нагульні стави зарибнювали полікультурою риб

and grass carp). The first pond No. 1 was a control pond, containing fish from the control group. During the growing season, the fish were fed a feed mixture. In the second experimental pond No. 2, compost was applied at the rate of 5 t/ha and the fish were fed a feed mixture. It contained the fish of the first experimental group. In the third experimental pond (in which the fish of the second experimental group were kept), compost was applied at the rate of 5 t/ha and the fish were fed a feed mixture containing the VMA premix "Super Carp Boost 2%".

Overall, 1790 ind./ha of age-1 common carp, 290 and 160 ind./ha of age-2 bighead carp and grass carp, respectively, with an average weight of 82 g, 288 g and 180 g, respectively, were stocked into the experimental ponds. A total of 2,240 ind./ha of different age groups of fish were stocked into the ponds.

The premix "Super Carp Boost 2%" (manufacturer "DEVIE" LLC) – finely dispersed powder of grayish colour with a uniform texture. The smell is characteristic, weak, with dominant notes of B vitamins and amino acids; a slight aroma of antioxidant impurities of the components is possible. It contains vitamins, amino acids, minerals and additional components according to technical specifications [20].

The fat content in the studied samples of fish skeletal muscles was determined by extraction, protein by the Kjeldahl method on an autoanalyzer, dry matter by gradual drying of the samples at a constant temperature (100–105°C) until a stable weight of the sample was obtained (calculated by the difference between the initial and final weights), ash by the generally accepted method after burning the tissues in a muffle furnace at a temperature of 400–500°C [21].

Blood was collected from the fish heart using an injectable heparinized needle with a disposable syringe. In this case,

(однорічки коропа, дворічки строкатого товстолобика та білого амура). Перший став № 1 був контрольним, у ньому утримували риб контрольної групи. Впродовж вегетаційного сезону рибам згодували кормосуміш. До другого експериментального ставу № 2 вносили компост із розрахунку 5 т/га та рибам згодовували кормосуміш. У ньому утримували риб першої дослідної групи. У третій експериментальний став (у якому утримували риб другої дослідної групи) вносили компост із розрахунку 5 т/га та годували риб кормосумішшю, яка містила ВМА-премікс «Супер Короп Буст 2%».

В експериментальні стави було посаджено 1790 екз./га однорічок коропа, 290 та 160 екз./га дворічок строкатого товстолобика та білого амура середньою масою 82; 288 та 180 г відповідно. Всього у стави було посаджено 2240 екз./га різновікових груп риб.

Премікс «Супер Короп Буст 2%» (виробник ТОВ «ДЕВІЕ») — дрібнодисперсний порошок сіруватого кольору з рівномірною текстурою. Запах характерний, слабкий, з домінувальними нотами вітамінів групи В та амінокислот; можливий легкий аромат антиоксидантних домішок компонентів. Містить вітаміни, амінокислоти, мінерали та додаткові компоненти згідно з ТУ [20].

У досліджуваних зразках скелетних м'язів риб вміст жиру визначали методом екстракції, протеїну — методом К'єльдаля на автоаналізаторі, сухої речовини — шляхом поступового висушування зразків за постійної температури (100–105ºС) до отримання стабільної маси наважки (розраховували за різницею початкової та кінцевої мас), золу — за загальноприйнятою методикою після спалювання тканин у муфельній печі за температури 400–500°С [21].

Кров для досліджень відбирали із серця риб ін'єкційною гепаринізованою

0.01 ml of heparin was used per 1.0 ml of blood [22].

The erythrocyte and leukocyte counts in the blood suspension was counted using the grid of the Goryaev counting chamber. Haemoglobin concentration was determined by the unified haemoglobin-cyanide method. The haematocrit was determined on a haematocrit microcentrifuge MCG-8, centrifuging the blood for 5 min at 8,000 rpm. As a result of centrifugation in a capillary tube, the blood was separated into two fractions: formed blood elements and plasma. Using a counting scale, the haematocrit was determined as the ratio of the volume of settled blood cells to the volume of fluid in the capillary [22].

The total serum protein was determined using an IRF-22 refractometer. The method is based on the phenomenon of light refraction. The ratio of individual protein fractions in fish blood serum was studied by agar gel electrophoresis in a double veronal-medinal buffer (pH – 8.6). Electrophorograms were fixed with a 2% acetic acid solution, after which they were stained with 0.1% amido black and washed with a 2% acetic acid solution, changing it 2–3 times. The determination of the ratios of individual fractions was performed on a foregram analyser (AF-1) [22].

The content of lipid hydroperoxides in tissues was determined using ammonium thiocyanate [23]. The principle of the method is to precipitate the protein with trichloroacetic acid. In a dilute aqueous solution of lipid hydroperoxides, Fe^{2+} is oxidized to Fe^{3+}. The latter can be detected by a colour reaction with ammonium thiocyanate at an absorption maximum of 480 nm. The concentration of lipid hydroperoxides was expressed in extinction units per gram of tissue.

The concentrations of TBA-active products in tissues were determined using a colour reaction with thiobarbituric acid [24]. The principle of the method is that

голкою з одноразовим шприцом. При цьому на 1,0 мл крові використовували 0,01 мл гепарину [22].

Підрахунок кількості еритроцитів і лейкоцитів у суспензії крові виконували за допомогою сітки лічильної камери Горяєва. Концентрацію гемоглобіну визначали уніфікованим гемоглобін-ціанідним методом. Гематокритну величину визначали на мікроцентрифузі гематокритній МЦГ-8, центрифугуючи кров 5 хв за 8 000 об./хв. У результаті центрифугування в капілярній трубці кров розділяється на дві фракції: формені елементи крові та плазму. За допомогою лічильної шкали визначали показник гематокриту як відношення об'єму осілих кров'яних клітин до об'єму рідини в капілярі [22].

Загальний білок сироватки крові визначали за допомогою рефрактометра типу ІРФ-22. Метод базується на явищі заломлення світла (рефракції). Співвідношення окремих білкових фракцій у сироватці крові риб досліджували методом електрофорезу в агаровому гелі у подвійному веронал-мединаловому буфері (pH = 8,6). Електрофореграми фіксували 2%-м розчином оцтової кислоти, після чого їх фарбували 0,1%-м амідочорним і відмивали 2%-м розчином оцтової кислоти, змінюючи її 2–3 рази. Визначення співвідношень окремих фракцій виконували на аналізаторі фореграм (АФ-1) [22].

Вміст гідроперекисів ліпідів у тканинах визначали за допомогою тіоціанату амонію [23]. Принцип методу полягає в осадженні білка трихлороцтовою кислотою. В розбавленому водному розчині гідроперекисів ліпідів окиснюють Fe^{2+} до Fe^{3+}. Останній може бути виявлений за допомогою кольорової реакції з амонію тіоціанатом за максимуму поглинання 480 нм. Концентрацію гідроперекисів ліпідів виражали в одиницях екстинції на грам тканини.

when heated in an acidic environment, part of the LPO products, which belong to the class of endoperoxides, decomposes with the formation of TBA-active products, the interaction of which molecule with two molecules of thiobarbituric acid forms a coloured trimethine complex. Optical absorption was determined at wavelengths of 535 and 580 nm to exclude absorption of coloured complexes of thiobarbituric acid with substances of non-lipid nature. The concentration of malondialdehyde in the sample was determined using the regression equation: $C = 0.21 + 26.5 \Delta D$ and expressed in nanomoles of MDA per 1 g of tissue.

The principle of the method for determining superoxide dismutase activity [25] is based on the ability of superoxide dismutase (SOD) to compete with nitro blue tetrazolium (NBT) for superoxide anion radicals formed as a result of the aerobic interaction of NADH and phenazine metasulfate (PMS). As a result of this reaction, HBT is reduced to form hydrazine tetrazolium. In the presence of SOD, the percentage of NBT recovery decreases.

The principle of the method for determining catalase activity in tissues [26] is that H_2O_2, which is not cleaved by catalase (EC 1.11.1.6), forms a stable, yellow-coloured complex with molybdenum salts.

The principle of the method for determining glutathione peroxidase activity is to use reduced glutathione as a coenzyme, which catalyses the reduction of tert-butyl hydroperoxide. Glutathione peroxidase activity is inferred from the rate of decrease in the concentration of reduced glutathione. After 5-minute incubation in a water bath at t = 37°C, the reaction is stopped with 20% trichloroacetic acid. To record the glutathione remaining after the reaction, Ellman's reagent is added to the supernatant in Tris-EDTA buffer (pH = 8.5). The optical density of each sample is

Концентрації ТБК-активних продуктів у тканинах визначали за допомогою кольорової реакції з тіобарбітуровою кислотою [24]. Принцип методу полягає в тому, що при нагріванні в кислому середовищі частина продуктів ПОЛ, яка належить до класу ендоперекисів, розкладається з утворенням ТБК-активних продуктів, взаємодія молекули яких з двома молекулами тіобарбітурової кислоти утворює зафарбований триметиновий комплекс. Оптичне поглинання визначали за довжини хвилі 535 і 580 нм, щоб виключити поглинання зафарбованих комплексів тіобарбітурової кислоти з речовинами неліпідної природи. Концентрацію малонового діальдегіду в пробі визначали, використовуючи рівняння регресії: $C = 0{,}21 + 26{,}5 \Delta D$, і виражали в наномолях МДА на 1 г тканини.

Принцип методу визначення активності супероксиддисмутази (СОД) [25] ґрунтується на здатності СОД конкурувати з нітросинім тетразолієм (НСТ) за супероксидні аніон-радикали, що утворюються в результаті аеробної взаємодії НАДН та феназинметасульфату (ФМС). У результаті даної реакції НСТ відновлюється з утворенням гідразинтетразолію. За присутності СОД відсоток відновлення НСТ знижується.

Принцип методу визначення активності каталази в тканинах [26] полягає в тому, що H_2O_2, який не розщепився каталазою (КФ 1.11.1.6), утворює з солями молібдену стійкий, забарвлений у жовтий колір комплекс.

Принцип методу визначення активності глутатіонпероксидази полягає у використанні як коферменту відновленого глутатіону, який каталізує відновлення гідроперекису трет-бутилу. Про активність глутатіонпероксидази роблять висновок за швидкістю зменшення концентрації відновленого глутатіону. Після 5-хвилинної інкубації на

measured against water on a spectrophotometer at a wavelength of 412 nm [27].

Mathematical and statistical processing of the obtained results was carried out using constant methods of mathematical processing of quantitative parameters using MS Excel: arithmetic mean (M), standard error (m) and probability of differences (p) between the compared parameters were determined. The probability assessment was determined by Student's t-test. Significant differences between the control and experimental groups: *–p < 0.05, ** – p<0.01, *** – p <0.001.

водяній бані за t = 37°C реакцію зупиняють 20%-ю трихлороцтовою кислотою. Для реєстрації залишеного після реакції глутатіону до супернатанту в Трис-ЕДТА буфері (pH = 8,5) додають реагент Елмана. Оптичну щільність кожної проби вимірюють проти води на спектрофотометрі за довжини хвилі 412 нм [27].

Математично-статистичну обробку результатів проводили із застосуванням константних методів математичної обробки кількісних показників за допомогою персонального комп'ютера (програма «Microsoft Excel»): визначали середні арифметичні величини (M), середню квадратичну помилку (m) і вірогідність різниць (p) між порівнюваними показниками. Оцінку вірогідності визначали за показниками t-критеріїв Ст'юдента. Вірогідні різниці між контрольною і дослідною групами: * — p < 0,05; ** — p<0,01, *** — p <0,001.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

A number of authors have studied the assessment of the effectiveness of using feed additives and fertilizers in fish feeding and their effect on metabolic processes in the fish body [1–3, 9, 12–19]. Therefore, to understand the metabolic processes that occur in the body of pond fish when compost is applied and premix is fed, the results of physiological and biochemical parameters of the blood and organs of farmed fish are of considerable interest.

We conducted a study of the nutritional value of common and Chinese carp meat when compost was applied into ponds and premix was added to the feed. According to the results obtained, an improvement in the chemical composition of fish muscles was established (Table 1).

In the muscles of age-1+ common carp of the second experimental group, a significant increase in dry matter content by 5.3% (p<0.001) was found compared to

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оцінку ефективності застосування в годівлі риб кормових добавок і добрив та їх вплив на обмінні процеси в організмі риб вивчали ряд авторів [1–3, 9, 12–19]. Для розуміння метаболічних процесів, які відбуваються в організмі ставових риб при внесенні компосту та згодовуванні преміксу, значний інтерес становлять результати фізіологічних та біохімічних показників крові та органів вирощуваних риб.

Нами було проведено дослідження харчової цінності м'яса коропа та рослиноїдних риб при внесенні у стави компосту та додавання до корму преміксу. Згідно з отриманими результатами, встановлено покращення хімічного складу м'язів риб (табл. 1).

У м'язах дволіток коропів другої дослідної групи встановлено вірогідне зростання вмісту сухої речовини на 5,3% (p<0,001), ніж у м'язах риб контрольної

Table 1. **Relative content of crude protein, fat, dry matter in the muscles of experimental fish, % (M±m, n=5)**

Fish species / Parameters		Control	Experiment 1	Experiment 2
Age-1+ common carp	Dry matter	21.75±0.16	21.67±0.34	22.96±0.12***
	Protein	17.61±0.18	18.02±0.36	19.86±0.14***
	Fat	3.96±0.18	3.76±0.45	4.97±0.22**
	Ash	1.34±0.08	1.42±0.06	1.16±0.05
Age-2+ bighead carp	Dry matter	22.72±0.56	21.60±0.72	23.16±0.36
	Protein	15.48±0.32	15.76±0.25	15.61±0.54
	Fat	4.71±0.18	4.96±0.23	4.92±0.24
	Ash	1.72±0.09	1.78±0.10	2.02±0.08*
Age-2+ grass carp	Dry matter	20.98±0.52	19.82±0.34	22.04±0.18*
	Protein	17.65±0.34	18.64±0.24*	19.86±0.32***
	Fat	3.26±0.18	3.76±0.23	4.74±0.18***
	Ash	1.71±0.09	1.46±0.06	1.55±0.09

Note. Here and in the following tables, the difference is statistically significant relative to the control at *— p<0.05; **— p<0.01; ***— p<0.001.

the muscles of fish of the control group. At the same time, a significant increase in protein and fat in the muscles of age-1+ common carp of the second experimental group by 11.3% (p<0.001) and 20.3% (p<0.01), respectively, was established. However, no significant changes in these parameters were recorded in the fish of the first experimental group.

Thus, when determining the content of dry matter, protein and fat in the muscles of age-2+ bighead carp in the first and second experimental groups, no significant changes were recorded. However, a significant increase in ash content in the muscles of fish of the second experimental group was found, namely 14.9% (p<0.05) compared to the control.

At the same time, in the muscles of age-2+ grass carp in experiment 2, a significant increase in dry matter by 4.8% (p<0.05), protein by 11.1% (p<0.001) and fat by 31.2% (p<0.001), respectively, was found. Therefore, adding the "Super Carp Boost 2%" premix to the VMA feed contributes to a significant increase in the content of dry matter, protein and fat in the muscles of both common and grass carps. The use of compost in the first experimental group

групи. Водночас, встановлено вірогідне зростання показників протеїну та жиру у м'язах дволіток коропа другої дослідної групи на 11,3% (p<0,001) та 20,3% (p<0,01) відповідно. Разом з тим, у риб першої дослідної групи вірогідних змін даних показників не зафіксовано.

Так, при визначенні вмісту сухої речовини, білка та жиру у м'язах триліток строкатого товстолобика першої та другої дослідних груп не зафіксовано вірогідних змін. Однак встановлено вірогідне збільшення вмісту золи у м'язах риб другої дослідної групи, а саме 14,9% (p<0,05), в порівнянні з контролем.

Разом з тим, у м'язах триліток білого амура в досліді 2 встановлено вірогідне зростання сухої речовини на 4,8% (p<0,05); білка на 11,1% (p<0,001) та жиру на 31,2% (p<0,001). Отже, додавання до корму ВМА-премікс «Супер Короп Буст 2%» сприяє вірогідному зростанню вмісту сухої речовини, білка та жиру у м'язах коропа та білого амура. Застосування компосту у першій дослідній групі не впливало на вірогідні зміни показників риб.

При дослідженні дії компосту та премікс на показники крові риб вста-

did not affect any significant changes in fish parameters.

When studying the effect of compost and premix on fish blood parameters, it was found that the most likely changes occurred in the blood of fish in the second experimental group. In the blood of age-1+ common carp, the erythrocyte count and haemoglobin content significantly increased by 11.9% ($p<0.05$) and 3.9% ($p<0.05$), respectively. A significantly low level of leukocytes, compared to the control, was found in the blood of common carp of the second experimental group by 10.7% ($p<0.05$) (Table 2).

A significant decrease in the leukocyte count by 8.7% ($p<0.05$) was also noted in the blood of bighead carp in the second experimental group.

In the blood of age-2+ grass carp of the second group, along with an increase in the erythrocyte count by 12.7% ($p<0.05$) and haemoglobin content by 9.5% ($p<0.05$), a significant decrease in the leukocyte count by 9.2% ($p<0.05$) was found compared to the leukocyte count in the blood of fish of the control group.

Therefore, based on the conducted studies, it can be concluded that the application of compost did not cause significant changes in the blood parameters of the first

новлено, що найвірогідніші зміни відбувалися у крові риб другої дослідної групи. У крові дволіток коропа вірогідно зростала кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну на 11,9% ($p<0,05$) та 3,9% ($p<0,05$) відповідно. Вірогідно низький рівень лейкоцитів, порівняно з контролем, був встановлений у крові коропів другої дослідної групи на 10,7% ($p<0,05$) (табл. 2).

У крові триліток строкатого товстолобика другої дослідної групи також відмічено вірогідне зниження кількості лейкоцитів на 8,7% ($p<0,05$).

У крові триліток білого амура другої групи, поряд зі зростанням кількості еритроцитів на 12,7% ($p<0,05$) та вмісту гемоглобіну на 9,5% ($p<0,05$), встановлено вірогідне зниження кількості лейкоцитів на 9,2% ($p<0,05$) у порівнянні з кількістю лейкоцитів у крові риб контрольної групи.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок про те, що внесення компосту не викликало вірогідних змін показників крові першої дослідної групи. Проте, за застосування ВМА-премікса «Супер Короп Буст 2%» та компосту встановлено зростання показників кількості еритроцитів, вмісту гемоглобіну та гематокритної величини

Table 2. **Haematological parameters of experimental fish under different intensification methods (M ± m, n = 5)**

Fish species / Parameters		Control	Experiment 1	Experiment 2
Age-1+ common carp	Erythrocytes, T/l	1.71±0.06	1.68±0.12	1.94±0.04*
	Haemoglobin, g/l	86.62±1.11	87.67±3.85	90.14±1.02*
	Haematocrit, l/l	0.30±0.02	0.35±0.06	0.38±0.04
	Leukocytes, G/l	38.64±1.12	40.68±1.54	34.52±1.06*
Age-2+ bighead carp	Erythrocytes, T/l	1.52±0.04	1.67±0.09	1.62±0.08
	Haemoglobin, g/l	84.92±3.44	86.56±3.64	89.75±3.06
	Haematocrit, l/l	0.36±0.07	0.32±0.05	0.40±0.02
	Leukocytes, G/l	80.12±2.21	82.14±3.24	73.18±2.16*
Age-2+ grass carp	Erythrocytes, T/l	1.72±0.07	1.65±0.08	1.97±0.05*
	Haemoglobin, g/l	76.33±2.87	80.02±3.62	84.32±2.07*
	Haematocrit, l/l	0.33±0.06	0.32±0.08	0.39±0.04
	Leukocytes, G/l	80.12±2.41	79.67±3.78	72.78±2.20*

experimental group. However, the use of the VMA premix "Super Carp Boost 2%" and compost resulted in an increase in erythrocytes count, haemoglobin content, and haematocrit in the blood of common and grass carps, which indicates a relatively high activity of erythropoiesis.

Proteins in animals, including fish, occupy a central place, as they form the basis of the structure and metabolic processes of all cells in the entire body [22].

The results of studies on total protein content in blood serum indicate that its level almost did not change in age-1+ common carp. A slight increase in the content of total protein in the blood serum of fish of the first and second experimental groups was recorded (Table 3).

As shown in the data presented in Table 3, the use of compost and premix has a specific effect on the synthesis of individual protein fractions. This is indicated by a significantly higher α-globulins content in the blood serum of common carp of the second experimental group by 13.7%

у крові коропа та білого амура, що свідчить про порівняно високу активність еритропоезу.

В організмі тварин, у тому числі й риб, білки посідають головне місце, оскільки становлять основу структури та процесів обміну всіх клітин у цілому організмі [22].

Результати досліджень вмісту загального білка у сироватці крові свідчать, що його рівень майже не змінювався у дволіток коропа. Встановлено незначне зростання концентрації загального білка у сироватці крові риб першої та другої дослідних груп (табл. 3).

Як свідчать наведені у таблиці 3 дані, застосування компосту та премікс у має специфічний вплив щодо синтезу окремих білкових фракцій. На це вказує вірогідно вищий вміст α-глобулінів сироватки крові коропів другої дослідної групи на 13,7% ($p<0,05$) та значне вірогідне зниження γ-глобулінових фракцій на 42,7% ($p< 0,001$).

Із даних таблиці випливає, що у кро-

Table 3. **Relative content of serum protein of experimental fish under different methods of intensification, % (M ± m, n = 5)**

Fish species / parameters			Control	Experiment 1	Experiment 2
Age-1+ common carp	Total protein, g/l		38.24±2.44	39.12±2.08	40.75±2.78
	Albumins		51.56±2.48	50.46±2.32	52.44±2.12
	Globulins	α	18.85±1.02	20.08±1.94	21.85±0.85*
		β	16.74±1.52	17.38±1.56	18.35±1.43
		γ	12.85±0.32	12.08±0.45	7.36±0.98***
	A/G ratio		1.06	1.02	1.10
Age-2+ bighead carp	Total protein, g/l		44.56±2.54	42.64±2.67	45.35±3.54
	Albumins		59.24±3.06	61.85±3.18	62.42±2.57
	Globulins	α	16.56±1.02	16.68±0.98	15.95±1.19
		β	15.76±0.84	14.45±1.32	12.64±1.05*
		γ	8.44±0.32	7.02±0.67	8.99±0.42
	A/G ratio		1.45	1.62	1.66
Age-2+ grass carp	Total protein, g/l		40.65±2.64	41.54±2.35	39.28±2.13
	Albumins		51.43±2.88	50.86±2.65	53.12±2.52
	Globulins	α	22.24±1.12	21.18±1.71	20.49±1.67
		β	16.56±1.18	15.64±1.02	13.10±1.04*
		γ	9.77±0.44	12.32±0.64*	13,29±0,32***
	A/G ratio		1,06	1.04	1.13

($p<0.05$) and a significant decrease in γ-globulin fractions by 42.7% ($p<0.001$).

From the data in the table it follows that in the blood of age-2+ bighead carp no significant difference was found in the content of total protein, albumin and globulin fractions. However, there was a significant decrease in the number of β-globulin fractions in the blood of fish of the second experimental group compared to the control ($p<0.05$).

When analysing the content of total protein, albumins and globulins in age-2+ grass carp of the second experimental group, a significant decrease in β-globulins by 20.9% ($p<0.05$) and an increase in γ-globulin fractions of blood serum by 26.5% ($p<0.001$) was found relative to those of the control group.

Therefore, the results of the conducted studies indicate that the use of compost did not cause significant changes in the total protein content and its individual fractions, however, the use of premix and compost in the second experimental group of fish caused a significant increase in α-globulins and a decrease in γ-globulin fractions in the blood serum of common carp, a decrease in β-globulin fractions in the blood serum of bighead and grass carps and a significant increase in γ-globulin fractions in grass carp of the second experimental group.

Reactive oxygen species are formed during the process of lipid oxidation in the fish body, which oxidize polyunsaturated fatty acids, which are part of the phospholipids of cell membranes, by peroxidation. The formed products of lipid peroxidation negatively affect the systems and organs of fish [28].

The data presented indicate a significant decrease in the intensity of lipid peroxidation in the studied tissues of pond fish of the second experimental group. In particular, the content of lipid hydroperoxides and TBA-active products in the ві триліток строкатого товстолобика не встановлено значної різниці у вмісті загального білка, альбумінових та глобулінових фракцій. Проте відмічалося вірогідне зниження кількості β-глобулінових фракцій у крові риб другої дослідної групи у порівнянні з контролем ($p<0,05$).

При аналізі вмісту загального білка, альбумінів та глобулінів у триліток білого амура другої дослідної групи встановлено вірогідне зниження β-глобулінів на 20,9% ($p<0,05$) та зростання γ-глобулінових фракцій сироватки крові на 26,5% ($p<0,001$) відносно показників контрольної групи.

Отже, результати проведених досліджень свідчать, що застосування компосту не спричинило вірогідних змін показників загального білка та окремих його фракцій, однак використання премікcу та компосту у другій експериментальній групі риб зумовило вірогідне зростання вмісту α-глобулінів та зниження — γ-глобулінових фракцій сироватки крові коропів, зменшення вмісту β-глобулінових фракцій у сироватці крові строкатого товстолобика та білого амура, а також вірогідне зростання γ-глобулінових фракцій у білого амура другої дослідної групи.

У процесі окиснення ліпідів в організмі риб утворюються активні форми кисню, які окиснюють поліненасичені жирні кислоти, що входять до складу фосфоліпідів мембран клітин, перекисним шляхом. Утворені продукти пероксидного окиснення ліпідів негативно впливають на системи та органи риб [28].

Наведені дані свідчать про значне зниження інтенсивності ПОЛ у досліджуваних тканинах ставових риб другої дослідної групи. Зокрема, вміст гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів у досліджуваних тканинах гепатопанкреасу дволіток коропа дру-

studied hepatopancreas tissues of age-1+ common carp of the second experimental group was significantly lower than in the control tissues by 28.7% ($p<0.05$) and 23.1% ($p<0.001$), respectively, while similar differences in the content of lipid hydroperoxides and TBA-active products in the skeletal muscle tissues of age-1+ common carp of the second group, compared with the fish of the control group, significantly decreased, respectively, by 27.3% ($p<0.01$) and 19.3% ($p<0.01$) (Table 4).

These data suggest that in the tissues of age-1+ common carp, a significant decrease in the activation of lipid peroxidation at different stages of oxidation was

гої дослідної групи був вірогідно нижчим, ніж у тканинах контролю на 28,7% ($p<0,05$) та 23,1% ($p<0,001$) відповідно, тоді як аналогічні різниці у вмісті гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів у тканинах скелетних м'язів дволіток коропа другої групи, порівняно з рибами контрольної групи, вірогідно знижувалися — відповідно на 27,3% ($p<0,01$) та 19,3% ($p<0,01$) (табл. 4).

Із цих даних випливає, що у тканинах дволіток коропа встановлено вірогідне зниження активації ПОЛ на різних стадіях окиснення, а саме — на стадії утворення гідроперекисів лі-

Table 4. **Content of POL products in tissues of experimental fish (M ± m, n = 6)**

Fish species / parameters		Control	Experiment 1	Experiment 2
Age-1+ common carp		**Hepatopancreas**		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue.	3.87±0.28	3.38±0.34	2.76±0.18*
	TBA-active products, nmol/g tissue	6.50±0.36	6.52±0.42	5.00±0.18**
		Skeletal muscles		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue	3.92±0.24	4.02±0.36	2.85±0.12**
	TBA-active products, nmol/g tissue	25.42±1.16	27.35±2.18	20.52±1.02**
Age-2+ bighead carp		**Hepatopancreas**		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue	5.65±0.34	5.98±0.45	5.25±0.38
	TBA-active products, nmol/g tissue	24.62±1.46	28.04±1.95	26.12±1.11
		Skeletal muscles		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue.	4.92±0.37	4.68±0.45	4.86±0.21
	TBA-active products, nmol/g tissue	16.44±1.06	16.86±1.56	16.16±0.97
Age-2+ grass carp		**Hepatopancreas**		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue	6.72±0.38	6.91±0.52	4.48±0.36**
	TBA-active products, nmol/g tissue	19.42±1.02	18.74±1.55	14.96±0.94*
		Skeletal muscles		
	Hydroperoxides, unit opt. dens. / g of tissue	7.39±0.82	6.96±0.83	4.86±0.42*
	TBA-active products, nmol/g tissue	18.32±1.14	19.04±1.23	14.45±0.97*

recorded, namely at the stage of formation of lipid hydroperoxides and TBA-active products. In the common carp of the second experimental group, a significant decrease in the formation of lipid peroxidation products in the hepatopancreas and skeletal muscles of the fish was observed, which is due to the high intensity of their energy processes, which are accompanied by a decrease in the formation of reactive oxygen species.

No significant difference was found in the content of lipid hydroperoxides and TBA-active products, which are formed at the intermediate and final stages of peroxidation of polyunsaturated fatty acids, in the hepatopancreas and skeletal muscles of age-2+ bighead carp.

At the same time, a significant decrease in the content of lipid hydroperoxides and TBA-active products was noted in the studied tissues of age-2+ grass carp of the second experimental group. The content of lipid hydroperoxides and TBA-active products in the hepatopancreas of age-2+ grass carp of the second experimental group was lower by 33.3% ($p<0.01$) and 23.0% ($p<0.05$), respectively, in skeletal muscles by 34.2 and 21.1% ($p<0.05$), than in similar tissues of fish of the control group.

Thus, the results of studies of the content of lipid peroxidation products in liver and skeletal muscle tissues revealed a probable decrease in their content in age-1+ common carp and age-2+ grass carp of the second experimental group.

The antioxidant defence system in the fish body includes enzymatic and non-enzymatic components. The enzyme chain includes the enzymes superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and catalase [28].

Our studies, the results of which are presented in Table 5, showed that the activity of antioxidant enzymes in the hepatopancreas and skeletal muscles of the studпідів та ТБК-активних продуктів. У коропів другої дослідної групи відмічали вірогідне зменшення утворення продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі та скелетних м'язах риб, що зумовлено високою інтенсивністю у них енергетичних процесів, які супроводжуються зниженням утворення активних форм кисню.

Не встановлено вірогідної різниці у вмісті гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів, які утворюються на проміжних та кінцевих стадіях пероксидного окиснення поліненасичених жирних кислот, у гепатопанкреасі та скелетних м'язах триліток строкатого товстолобика.

Водночас, відзначено вірогідне зниження вмісту гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів у досліджуваних тканинах триліток білого амура другої дослідної групи. Вміст гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів у гепатопанкреасі триліток білого амура другої дослідної групи був нижчим відповідно на 33,3% ($p<0,01$) та 23,0% ($p<0,05$), у скелетних м'язах — на 34,2 та 21,1% ($p<0,05$), ніж у аналогічних тканинах риб контрольної групи.

Отже, за результатами досліджень вмісту продуктів ПОЛ у тканинах печінки та скелетних м'язів встановлено вірогідне зниження їх вмісту у дволіток коропів та триліток білого амура другої дослідної групи.

Система антиоксидантного захисту в організмі риб охоплює ферментну і неферментну ланки. До ферментної ланки належать ферменти СОД, глутатіонпероксидаза, каталаза [28].

Проведені нами дослідження, результати яких наведені у таблиці 5, показали, що активність антиоксидантних ензимів у гепатопанкреасі й скелетних м'язах досліджуваних риб значно змінювалася в процесі експерименту.

Table 5. **Activity of antioxidant enzymes in tissues of experimental fish (M ± m, n = 6)**

Fish species / parameters		Control	Experiment 1	Experiment 2
Age-1+ common carp	**Hepatopancreas**			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	5.04±0.34	4.97±0.56	6.32±0.38*
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	3.25±0.28	3.54±0.44	4.46±0.16**
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	3.84±0.23	3.94±0.62	4.92±0.31*
	Skeletal muscles			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	5.42±0.41	5.12±0.54	6.48±0.37
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	4.07±0.25	4.16±0.48	5.52±0.30**
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	1.34±0.10	1.48±0.21	2.08±0.07***
Age-2+ bighead carp	**Hepatopancreas**			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	3.78±0.34	3.91±0.67	3.85±0.27
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	3.18±0.28	3.67±0.42	3.97±0.38
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	4.74±0.39	3.97±0.54	5.32±0.45
	Skeletal muscles			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	5.73±0.43	5.56±0.65	6.67±0.74
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	2.18±0.21	2.32±0.37	3.23±0.37*
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	1.27±0.14	1.44±0.18	1.86±0.22
Age-2+ grass carp	**Hepatopancreas**			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	3.95±0.28	4.18±0.52	5.23±0.20**
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	3.06±0.25	2.98±0.15	4.75±0.13***
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	4.78±0.32	3.88±0.19*	5.85±0.30*
	Skeletal muscles			
	Superoxide dismutase, U / mg protein	5.48±0.43	4.72±0.52	6.89±0.21*
	Glutathione peroxidase, μmol GSH/mg protein per min.	2.96±0.24	3.20±0.28	4.08±0.18**
	Catalase, mmol H_2O_2 / mg protein per min.×10^{-5}	1.02±0.09	0.78±0.04*	2.08±0.05***

ied fish changed significantly during the experiment.

In particular, the activity of superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase in the hepatopancreas of the second experimental group of age-1+ common carp was significantly higher compared to the control group by 20.3% ($p<0.05$), 27.1% ($p<0.01$) and 22.0% ($p<0.05$), respectively.

In skeletal muscle tissues of the second experimental group, glutathione peroxidase and catalase levels significantly increased by 26.3% ($p<0.01$) and 35.6% ($p<0.001$), respectively.

When studying the activity of antioxidant enzymes in age-2+ bighead carp, no significant fluctuations were found, except for the glutathione peroxidase index in fish of the second experimental group, which significantly increased by 32.5% ($p<0.05$).

According to the results of the study of antioxidant enzyme activity in the hepatopancreas and skeletal muscles of age-2+ grass carp, its probable increase in fish of the second experimental group was recorded. In particular, superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase in the hepatopancreas of fish of the second experimental group were significantly higher compared to the control group by 24.5% ($p<0.01$), 35.6% ($p<0.001$) and 18.3% ($p<0.05$).

In skeletal muscle tissues of age-2+ grass carp, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and catalase also significantly increased by 20.5% ($p<0.05$), 27.5% ($p<0.01$), and 51.0% ($p<0.001$), respectively.

Thus, analysing the results of the activity of antioxidant enzymes in the tissues of the hepatopancreas and skeletal muscles of different age groups of pond fish, a significant increase in their activity was recorded in age-1+ common carp and age-2+ grass carp of the second experimental group.

Зокрема, активність СОД, глутатіонпероксидази та каталази в гепатопанкреасі другої експериментальної групи дволіток коропа була вірогідно вищою, порівняно з контрольною групою, на 20,3% ($p<0,05$); 27,1% ($p<0,01$) та 22,0% ($p<0,05$) відповідно.

У тканинах скелетних м'язів другої дослідної групи вірогідно зростали показники глутатіонпероксидази та каталази на 26,3% ($p<0,01$) та 35,6% ($p<0,001$) відповідно.

При дослідженні активності антиоксидантних ферментів у триліток строкатого товстолобика не встановлено вірогідних коливань, за винятком показника глутатіонпероксидази у риб другої дослідної групи, яка вірогідно зростала на 32,5% ($p<0,05$).

За результатами дослідження показників активності антиоксидантних ферментів у гепатопанкреасі та скелетних м'язах триліток білого амура встановлено їх вірогідне зростання у риб другої дослідної групи. Зокрема, СОД, глутатіонпероксидаза та каталаза у гепатопанкреасі риб другої експериментальної групи були значно вищими, порівняно з контрольною групою, на 24,5% ($p<0,01$); 35,6% ($p<0,001$) та 18,3% ($p<0,05$).

У тканинах скелетних м'язів триліток білого амура СОД, глутатіонпероксидаза та каталаза також вірогідно зростали на 20,5% ($p<0,05$); 27,5% ($p<0,01$) та на 51,0% ($p<0,001$) відповідно.

Отже, аналізуючи результати активності антиоксидантних ферментів у тканинах гепатопанкреасу та скелетних м'язах різних вікових груп ставових риб встановлено вірогідне зростання їх активності у дволіток коропів та триліток білого амура другої дослідної групи.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

Studies of physiological and biochemical parameters of age-1+ common carp and age-2+ Chinese carps using a complex of intensification measures, which consisted in adding compost to the ponds and introducing the experimental premix "Super Carp Boost 2%" into the diet, showed:

1. A significant increase in the content of dry matter, protein and fat in the muscles of age-1+ common carp of the second experimental group by 5.3% ($p<0.001$), 11.35 ($p<0.001$) and 20.3% ($p<0.01$), respectively. In the muscles of age-2+ grass carp of the second experimental group, a significant increase in dry matter by 4.8% ($p<0.05$), protein by 11.1% ($p<0.001$) and fat by 31.2% ($p<0.001$), respectively, was found.

2. In the blood of age-1+ common carp of the second experimental group, the erythrocyte count and haemoglobin content significantly increased by 11.95% ($p<0.05$) and 3.9% ($p<0.05$), respectively. A significantly low leukocyte level was also recorded compared to the control by 10.7% ($p<0.05$). In the blood of age-2+ grass carp of the second experimental group, along with an increase in erythrocyte count by 12.7% ($p<0.05$) and haemoglobin content by 9.5% ($p<0.05$), a significant decrease in leukocyte count by 9.2% ($p<0.05$) was recorded.

3. When analysing the content of total protein, albumins and globulins, a significantly higher content of α-globulins in the blood serum of carp of the second experimental group by 13.7% ($p<0.05$) and a significant decrease in γ-globulin fractions by 42.7% ($p<0.001$) were found. In age-2+ grass carp of the second experimental group, a significant decrease in β-globulins by 20.9% ($p<0.05$) and an increase in γ-globulin fractions of blood serum by 26.5% ($p<0.001$) was recorded relative to

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Дослідження фізіологічних та біохімічних показників дволіток коропа і триліток рослиноїдних риб за застосування комплексу інтенсифікаційних заходів, що полягали у внесенні у стави компосту та введенні до складу раціону експериментального премікса «Супер Короп Буст 2%», показали:

1. Вірогідне зростання вмісту сухої речовини, протеїну та жиру у м'язах дволіток коропа другої дослідної групи на 5,3 ($p<0,001$); 11,35 ($p<0,001$) та 20,3% ($p<0,01$) відповідно. У м'язах триліток білого амура другої дослідної групи встановлено вірогідне зростання сухої речовини на 4,8% ($p<0,05$), білка — на 11,1% ($p<0,001$), жиру — на 31,2% ($p<0,001$) відповідно.

2. У крові дволіток коропа другої дослідної групи вірогідно зростала кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну на 11,95 ($p<0,05$) та 3,9% ($p<0,05$) відповідно. Також встановлено вірогідно нижчий рівень лейкоцитів, порівняно з контролем, на 10,7% ($p<0,05$). У крові триліток білого амура другої дослідної групи, поряд зі зростанням кількості еритроцитів на 12,7% ($p<0,05$) та вмісту гемоглобіну на 9,5% ($p<0,05$), встановлено вірогідне зниження кількості лейкоцитів на 9,2% ($p<0,05$).

3. При аналізі вмісту загального білка, альбумінів та глобулінів встановлено вірогідно вищий вміст α-глобулінів сироватки крові коропів другої дослідної групи на 13,7% ($p<0,05$) та вірогідне зниження γ-глобулінових фракцій на 42,7% ($p<0,001$). У триліток білого амура другої дослідної групи встановлено вірогідне зниження β-глобулінів на 20,9% ($p<0,05$) та зростання γ-глобулінових фракцій сироватки крові на 26,5% ($p<0,001$) відносно показників контрольної групи.

4. Вміст гідроперекисів ліпідів та

those of the control group.

4. The content of lipid hydroperoxides and TBA-active products in the studied tissues of the hepatopancreas and skeletal muscles of age-1+ common carp of the second experimental group was significantly lower than in the control tissues by 28.7% ($p<0.05$) and 23.1% ($p<0.001$) and by 27.3% ($p<0.01$) and 19.3% ($p<0.01$), respectively. At the same time, the content of lipid hydroperoxides and TBA-active products in the hepatopancreas of age-2+ grass carp of the second experimental group was lower by 33.35 ($p<0.01$) and 23.0% ($p<0.05$), respectively, in skeletal muscles by 34.2 and 21.1% ($p<0.05$), than in similar tissues of fish of the control group.

5. The activity of superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase in the hepatopancreas of the second experimental group of age-1+ common carp was significantly higher compared to the control group by 20.3% ($p<0.05$), 27.1% ($p<0.01$) and 22.0% ($p<0.05$), respectively. In skeletal muscle tissues of the second experimental group, glutathione peroxidase and catalase levels significantly increased by 26.3% ($p<0.01$) and 35.6% ($p<0.001$), respectively. Superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase in the liver of grass carp of the second experimental group were significantly higher compared to the control group by 24.55% ($p<0.01$), 35.6% ($p<0.001$) and 18.3% ($p<0.05$). In skeletal muscle tissues of age-2+ grass carp, superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and catalase also significantly increased by 20.5% ($p<0.05$), 27.5% ($p<0.01$), and 51.0% ($p<0.001$), respectively.

Further studies of the impact of a set of intensification measures, namely the application of compost into ponds and the “Super Carp Boost 2%” premix into the diet, will be aimed at determining the parameters of the natural food supply and fish productivity of ponds.

ТБК-активних продуктів у досліджуваних тканинах гепатопанкресу та скелетних м’язів дволіток коропа другої дослідної групи був вірогідно нижчим, ніж у тканинах контролю, на 28,7 ($p<0,05$) і 23,1% ($p<0,001$) та на 27,3 ($p<0,01$) і 19,3% ($p<0,01$) відповідно. Водночас, вміст гідроперекисів ліпідів та ТБК-активних продуктів у гепатопанкреасі триліток білого амура другої дослідної групи був нижчим відповідно на 33,35 ($p<0,01$) та 23,0% ($p<0,05$), у скелетних м’язах — на 34,2 та 21,1% ($p<0,05$), ніж у аналогічних тканинах риб контрольної групи.

5. Активність СОД, глутатіонпероксидази та каталази в гепатопанкреасі другої експериментальної групи дволіток коропа була вірогідно вищою, порівняно з контрольною групою, на 20,3 ($p<0,05$); 27,1 ($p<0,01$) та 22,0% ($p<0,05$) відповідно. У тканинах скелетних м’язів другої дослідної групи вірогідно зростали показники глутатіонпероксидази та каталази на 26,3 ($p<0,01$) та 35,6% ($p<0,001$) відповідно. СОД, глутатіонпероксидаза та каталаза у печінці білого амура другої експериментальної групи були вірогідно вищими, порівняно з контрольною групою, на 24,55 ($p<0,01$); 35,6 ($p<0,001$) та 18,3% ($p<0,05$). У тканинах скелетних м’язів триліток білого амура СОД, глутатіонпероксидаза та каталаза також вірогідно зростали на 20,5 ($p<0,05$); 27,5 ($p<0,01$) та на 51,0% ($p<0,001$) відповідно.

Подальші дослідження впливу комплексу інтенсифікаційних заходів, а саме — внесення у стави компосту та введення до складу раціону преміксу «Супер Короп Буст 2%», будуть спрямовані на визначення показників природної кормової бази та рибопродуктивності ставів.

CONFLICT OF INTERESTS

There is no conflict of interest of the authors in this work.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

У цій роботі конфлікт інтересів авторів відсутній.

SOURCES OF FUNDING

The work was carried out at the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Stepan Gzhytsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology according to the scientific topic, state registration number 0121U109865 Topic: «Biological and technological features of growing freshwater objects of warm-water and cold-water aquaculture» for 2021–2025.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Робота виконана на кафедрі водних біоресурсів та аквакультури Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького згідно наукової тематики, номер державної реєстрації 0121U109865 Тема: «Біолого-технологічні особливості вирощування прісноводних об'єктів тепловодної та холодноводної аквакультури» на 2021–2025 рр.

REFERENCES

1. Hryhorenko, T. V., Savenko, N. M., Bazaieva, A. M., Chuzhma, N. P., Kolos, O. M., & Tytova, L. V. (2017). Produktyvnist vyroshchuvalnykh staviv pry zastosuvanni bakterialnoho dobryva «Fosfobakteryn». *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3(41)*, 50-64. https://doi.org/10.15407/fsu2017.03.050.
2. Koryliak, M. Z., Bernakevych, O. M., Dobrianska, O. P., & Bobeliak, L. Y. (2023). Aktyvnist systemy antyoksydantnoho zakhystu v orhanizmi molodi koropa za zghodovuvannia olii roztoropshi pliamystoi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 4(66),* 100-113. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.100.
3. Deren, O. V., Hryhorenko, T. V., Bazaieva, A. M., Chuzhma, N. P., & Bersan, T. O. (2024). Pidvyshchennia efektyvnosti vyroshchuvannia koropa v umovakh staviv shliakhom udoskonalennia yoho ratsionu. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3(69)*, 110-129. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.110.
4. Krasnopolska, O. V., Vishchur, O. I., Kurinenko, H. A., Hrytsyniak, I. I., & Solopova, K. Y. (2024). Hematological indicators of blood and natural re-

ЛІТЕРАТУРА

1. Продуктивність вирощувальних ставів при застосуванні бактеріального добрива «Фосфобактерин» / Григоренко Т. В. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2017. № 3(41). С. 50—64. https://doi.org/10.15407/fsu2017.03.050.
2. Активність системи антиоксидантного захисту в організмі молоді коропа за згодовування олії розторопші плямистої / Кориляк М. З. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2023. № 4(66). С. 100—113. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.100.
3. Підвищення ефективності вирощування коропа в умовах ставів шляхом удосконалення його раціону / Дерень О. В. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2024. № 3(69). С. 110—129. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.110.
4. Hematological indicators of blood and natural resistance of crossbred generations carp of Galician and Antonin-Zozulenetsk / Krasnopolska O. V. et al. // AACL Bioflux. 2024. Vol. 17(3). P. 1055—1063.
5. Milk thistle (*Silybum marianum*) extract

sistance of crossbred generations carp of Galician and Antonin-Zozulenetsk. *AACL Bioflux, 17(3),* 1055-1063.

5. Abdel-Latif, H. M. R., Shukry, M., Noreldin, A. E., Ahmed, H. A., El-Bahrawy, A., Ghetas, H. A., & Khalifa, E. (2023). Milk thistle (*Silybum marianum*) extract improves growth, immunity, serum biochemical indices, antioxidant state, hepatic histoarchitecture, and intestinal histomorphometry of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus. Aquaculture, 562(2),* 565-572. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738761.
6. Dawood, M. A. O., Abo-Al-Ela, H. G., & Hasan, M. T. (2020). Modulation of transcriptomic profile in aquatic animals: Probiotics, prebiotics and synbiotics scenarios. *Fish Shellfish Immunol, 97,* 268-282. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.12.054.
7. Bedford, M. R. (2018). The evolution and application of enzymes in the animal feed industry: the role of data interpretation. *British Poultry Science, 59(5),* 486-493. https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1484074.
8. Romanov, H. V., & Deren, O. V. (2023). Osoblyvosti ta perspektyvy vykorystannia roslynnoho bilka v hodivli koropa (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) (ohliad). *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 1(63)*, 108-140. https://doi.org/10.15407/fsu2023.01.108.
9. Honcharova, O. V., Kutishchev, P. S., Korzhov, Ye. I., & Kovalov, Yu. I. (2021). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia intensyvnykh tekhnolohii pry tovarnomu vyroshchuvanni koropa (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)). Rybohospodarska nauka Ukrainy, 1(55), 5-21. *nbuv.gov.ua.* Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu_2021_1_3.
10. The State of World Fisheries and Aquaculture – Blue Transformation in action. Rome: FAO, 2024. *openknowledge.fao.org.* Retrieved from: https://openimproves growth, immunity, serum biochemical indices, antioxidant state, hepatic histoarchitecture, and intestinal histomorphometry of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* / Abdel-Latif H. M. R. et al. // Aquaculture. 2023. Vol. 562(2). P. 565—572. https://doi. org/10.1016/j.aquaculture.2022.738761.
6. Dawood M. A. O., Abo-Al-Ela H. G., Hasan M. T. Modulation of transcriptomic profile in aquatic animals: Probiotics, prebiotics and synbiotics scenarios // Fish Shellfish Immunol. 2020. Vol. 97. P. 268—282. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.12.054.
7. Bedford M. R. The evolution and application of enzymes in the animal feed industry: the role of data interpretation // British Poultry Science. 2018. Vol. 59(5). P. 486—493. https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1484074.
8. Романов Г. В., Дерень О. В. Особливості та перспективи використання рослинного білка в годівлі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) (огляд) // Рибогосподарська наука України. 2023. № 1(63). С. 108—140. https://doi.org/10.15407/fsu2023.01.108.
9. Технологічні аспекти використання інтенсивних технологій при товарному вирощуванні коропа (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)) / Гончарова О. В. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2021. № 1(55). С. 5—21. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnu_2021_1_3 (дата звернення : 26.07.2025).
10. The State of World Fisheries and Aquaculture – Blue Transformation in action. Rome : FAO, 2024. 264 p. URL : https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/53a2c5a2- f531-480c-96c0-706a43480571/content (accessed : 10.08.2024).
11. Ефективність використання експериментальних кормів з різним рівнем поживності при годівлі райдужної фо-

knowledge.fao.org/ server/api/core/ bitstreams/53a2c5a2- f531-480c-96c0-706a43480571/content.

11. Loboiko, Yu. V., Senechyn, V. V., Pukalo, P. P., & Kychun, I. V. (2024). Efektyvnist vykorystannia eksperymentalnykh kormiv z riznym rivnem pozhyvnosti pry hodivli raiduzhnoi foreli. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriia: Silskohospodarski nauky, 26(100)*, 121-125. https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10018.
12. Shtynda, L. I., Loboiko, Yu. V., & Senechyn V. V. (2024). Efektyvnist vykorystannia eksperymentalnykh kormiv z riznym rivnem pozhyvnosti pry hodivli koropa. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Seriia: Silskohospodarski nauky, 26(101),* 113-118. https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10119.
13. Dobrianska, O. P., Symon, M. Yu., & Kolesnyk, R. R. (2022). Perspektyvy zastosuvannia prebiotykiv na osnovi mananoolihosakharydiv u hodivli ryb (ohliad). *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2(60),* 54-69. https://doi.org/10.15407/fsu2022.02.054.
14. Dobrianska, O. P., Deren, O. V., Symon, M. Yu., & Kolesnyk, R. R. (2022). Perspektyvy vykorystannia prebiotyka «aktihen» u rybnytstvi (ohliad). *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3(61),* 53-70. https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.053.
15. Deren, O. V., Bernakevych, O. M., Bobeliak, L. I., Hrytsyshyna, N. V., & Koryliak, M. Z. (2024). Rezultaty zaminy rybnoho boroshna na bilok komakh u kormakh dlia koropa. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 4(70),* 145-164. https://doi.org/10.61976/fsu2024.04.145.
16. Konopelskyi, R. M., Kurinenko, H. A., & Koryliak M. Z. (2025). Vplyv skladu kormiv na rist, pokaznyky krovi i antyoksydantnoi systemy dvolitok lyna (*Tinca tinca* Linnaeus, 1758) v umovakh retsyrkuliatsiinykh akvakulturnykh

релі / Лобойко Ю. В. та ін. // НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. 2024. № 26(100). С. 121—125. (Серія : Сільськогосподарські науки). https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10018.

12. Штинда Л. Й., Лобойко Ю. В., Сенечин В. В. Ефективність використання експериментальних кормів з різним рівнем поживності при годівлі коропа // НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. 2024. № 26(101). 113—118. (Серія : Сільськогосподарські науки). https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10119.
13. Добрянська О. П., Симон М. Ю., Колесник Р. Р. Перспективи застосування пребіотиків на основі манано-олігосахаридів у годівлі риб (огляд) // Рибогосподарська наука України. 2022. № 2(60). 54—69. https://doi.org/10.15407/fsu2022.02.054.
14. Перспективи використання пребіотика «Актіген» у рибництві (огляд) / Добрянська О. П. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2022. № 3(61). С. 53—70. https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.053.
15. Результати заміни рибного борошна на білок комах у кормах для коропа / Дерень О. В. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2024. № 4(70). С. 145—164. https://doi.org/10.61976/fsu2024.04.145.
16. Конопельський Р. М., Куріненко Г. А., Кориляк М. З. Вплив складу кормів на ріст, показники крові і антиоксидантної системи дволіток лина (*Tinca tinca* Linnaeus, 1758) в умовах рециркуляційних аквакультурних систем (RAS) // Рибогосподарська наука України. 2025. № 2(72). С. 192—206. https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.192.
17. Probiotics, prebiotics and synbiotics improved the functionality of aquafeed: Upgrading growth, reproduction, immunity and disease resistance in fish / Rohani M. F. et al. // Fish Shellfish Immu-

system (RAS). *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2(72),* 192-206. https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.192.

17. Rohani, F., Islam, M., Hossain, K., Ferdous, Z., Siddik, M. A. B., Nuruzzaman, M., Padeniya, U., Brown, C., & Shahjahan (2022). Probiotics, prebiotics and synbiotics improved the functionality of aquafeed: Upgrading growth, reproduction, immunity and disease resistance in fish. *Fish Shellfish Immunology, 120.* 569-589. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.037.
18. Mugwanya, M., Dawood, M. A. O., Kimera, F., & Sewilam, H. (2022). Updating the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for Tilapia Aquaculture as Leading Candidates for Food Sustainability: A review. *Probiotics Antimicrob Proteins, 14(1),* 130-157. https://doi.org/10.1007/s12602-021- 09852-x.
19. Deren, O. V., Dobrianska, O. P., & Koryliak, M. Z. (2025). Produktyvni pokaznyky, aktyvnist travnykh ta antyoksydantnykh fermentiv koropa (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) u rezultati vykorystannia inulinu v skladi nyzkopozhyvnykh kormiv. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2(72),* 154-172. https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.154.
20. Super Korop Bust 2%. Tekhnichni umovy. *TU U 10.9-40781800-047:2025*.
21. Limanskiy, V. V., Yarzhombek, A. A., Bekina, E. N., & Andronnikov, S. B. (1984). *Instruktsiia po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryb.* Moskva.
22. Dekhtiarov, P. A., Sherman, I. M., & Pylypenko, Yu. V., et al. (2001). *Fiziolohiia ryb: Praktykum: Navch. posib.* Kyiv: Vyshcha shkola.
23. Romanova, L. A., & Stalnaia. Y. D. (1977). Metod opredeleniya hidroperekisey lipidov s pomoshchiu tiotsynata ammoniya. *Sovremennyye metodiki v biokhimii.* Moskva: Meditsyna.
nol. 2022. Vol. 120. P. 569—589. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.037.
18. Updating the Role of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics for Tilapia Aquaculture as Leading Candidates for Food Sustainability: A review / Mugwanya M. et al. // Probiotics Antimicrob Proteins. 2022. № 14(1). P. 130—157. https://doi.org/10.1007/s12602-021- 09852-x.
19. Дерень О. В., Добрянська О. П., Кориляк М. З. Продуктивні показники, активність травних та антиоксидантних ферментів коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) у результаті використання інуліну в складі низькопоживних кормів // Рибогосподарська наука України. 2025. № 2(72). С. 154—172. https://doi.org/10.61976/fsu2025.02.154.
20. ТУ У 10.9-40781800-047:2025. Супер Короп Буст 2%. Технічні умови. [Б. м.], 2025 р. 28 с.
21. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыб / Лиманский В. В. и др. Москва, 1984. 59 с.
22. Фізіологія риб: Практикум : навч. посіб. / Дехтярьов П. А. та ін. Київ : Вища школа, 2001. 128 с.
23. Романова Л. А., Стальная И. Д. Метод определения гидроперекисей липидов с помощью тиоцината аммония // Современные методики в биохимии. Москва : Медицина, 1977. 185 с.
24. Коробейникова Е. Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой // Лаб. дело. 1989. № 7. С. 8—9.
25. Дубинина Е. Е., Сальникова Л. Я., Ефимова Л. Ф. Активность и коферментный спектр СОД эритроцитов // Лаб. дело. 1983. № 10. С. 30—33.
26. Метод определения активности каталазы / Королюк М. А. и др. // Лаб. дело. 1988. № 1. С. 16—18.
27. Моин В. М. Простой и специфический метод определения активности

24. Korobeinykova, E. N. (1989). Modifikatsiya opredeleniya produktov perekisnoho okisleniya lipidov v reaktsii s tiobarbiturovoi kislotoi. *Lab. delo, 7,* 8-9.
25. Dubynyna, E. E., Salnykova, L. Ya., & Efimova, L. F. (1983). Aktivnost i kofermentnyi spektr SOD eritrotsytov. *Lab. delo, 10,* 30-33.
26. Koroliuk, M. A., et al. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. *Lab. delo, 1,* 16-18.
27. Moin, V. M. (1986). Prostoy i spetsyficheskiy metod opredeleniya aktivnosti glutationperoksidazy v eritrotsytakh. *Lab. delo, 12,* 724-727.
28. Hrytsyniak, I. I., Smolianinov, K. B., & Yanovych, V. H. (2010). *Obmin lipidiv u ryb: monohrafiia.* Lviv: Triada plius. ISBN 978-966-486-085-4.

глутатионпероксидазы в эритроцитах // Лаб. дело. 1986. № 12. С. 724—727.
28. Грициняк І. І., Смолянінов К. Б., Янович В. Г. Обмін ліпідів у риб : монографія. Львів : Тріада плюс, 2010. 336 с. ISBN 978-966-486-085-4.