

КОРМИ ТА ГОДІВЛЯ

Ribogospod. nauka Ukr., 2019; 1(47): 68-85

DOI: 10.15407/fsu2019.01.068

УДК [639.3.043:636.087.73]:639.371.52

Received 04.01.19

Received in revised form 06.02.19

Accepted 27.02.19

СТАН СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ КОРОПА ПРИ ЗГОДОВУВАННІ АМАРАНТУ (*AMARANTHUS LINNAEUS*, 1753) В СТАНДАРТНИХ І СТРЕСОВИХ УМОВАХ ВИРОЩУВАННЯ

Р. А. Паламарчук, feeding@if.org.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

О. В. Дерень, derenj@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Н. Г. Михайленко, mng70@i.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

М. З. Кориляк, stasiv8@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. Встановити ефективність застосування амаранту (*Amaranthus*) в годівлі коропа за стандартних умов вирощування та за впливу поширених у рибництві стрес-чинників з метою активації системи антиоксидантного захисту їх організму.

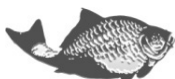
Методика. Рибницькі та гідрохімічні дослідження проведено за загальноприйнятими методиками. Концентрацію дієвих кон'югатів досліджували за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою. Активність супероксиддисмутази (СОД) — за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності феназинметасульфату. Активність каталази — за зміною концентрації H_2O_2 . Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорда.

Результати. Дослідження проведено на базі акваріальної Інституту рибного господарства НААН. Проаналізовано вплив на активність системи антиоксидантного захисту організму однорічок коропа додаткового введення до складу раціону амаранту в кількості 10%. Вирощування здійснювали в стандартних умовах і за впливу поширених у рибництві стрес-чинників: забруднення водного середовища, викликаного впровадженням інтенсифікаційних заходів; комплексного забруднення водного середовища з одночасним зниженням вмісту розчиненого у воді кисню.

В результаті досліджень, при додатковому згодовуванні коропам амаранту за стандартних умов вирощування, встановлено тенденцію до збільшення вмісту СОД в м'язах і в печінці (на 5,9–8,3%) та до зростання вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів (на 14,3–15,7%). За впливу стрес-чинників відмічено більш виражені тенденції. Так, при забрудненні водного середовища активність СОД в м'язах достовірно зросла ($p < 0,01$), разом з тим зріс вміст дієвих кон'югатів ($p < 0,01$). У печінці відмічено тенденцію до збільшення активності каталази на 2,9% і зниження вмісту дієвих кон'югатів на 44,1%. За комплексного впливу стрес-чинників в м'язах активність каталази і ТБК-продуктів має тенденцію до зниження, дієві кон'югати — до збільшення, а СОД зростає ($p < 0,01$). У печінці коропів є тенденція до зростання вмісту каталази і СОД відповідно на 16,5 і на 5,9%. При цьому знижується вміст продуктів пероксидного окиснення ліпідів — ТБК-продуктів ($p < 0,01$) і дієвих кон'югатів ($p < 0,001$).

Наукова новизна. Здійснено аналіз антиоксидантних властивостей амаранту та ступеня впливу згодовування даної добавки однорічкам коропа на активність системи

© Р. А. Паламарчук, О. В. Дерень, Н. Г. Михайленко, М. З. Кориляк, 2019



антиоксидантного захисту їх організму у стандартних умовах вирощування і за впливу поширених у рибництві стрес-чинників.

Практична значимість. Введення амаранту до складу основного раціону коропа у виробничих умовах можна використовувати як спосіб зниження ступеня негативного впливу поширених у рибництві стрес-чинників зовнішнього середовища (забруднення в результаті інтенсифікаційних заходів та зниження вмісту розчиненого у воді кисню до критичних значень) на функціональний стан організму риб шляхом підвищення активності системи антиоксидантного захисту.

Ключові слова: короп, амарант, вирощування, годівля, стресові чинники, система антиоксидантного захисту.

STATUS OF THE ANTIOXIDANT PROTECTION SYSTEM OF CARP ORGANISM AFTER FEEDING WITH AMARANTH (*AMARANTHUS LINNAEUS*, 1753) IN STANDARD AND STRESSED REARING CONDITIONS

R. Palamarchuk, feeding@if.org.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

O. Deren, derenj@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

N. Mikhailenko, mng70@i.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

M. Korylak, stasiv8@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

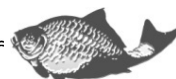
Purpose. To determine the efficiency of using amaranth (*Amaranthus*) in carp feeding under standard rearing conditions and under the effect of stress-factors common in aquaculture, in order to activate the antioxidant protection system of their organism.

Methodology. Fishery and hydrochemical studies were conducted according to generally accepted methods. The protein content was determined by the Bretford method. The concentration of diene conjugates was studied using a method based on the reaction of the optical density of a heptane isopropanol lipid extract. Determination of the concentration of TBA-active products was carried out spectrophotometrically by a color reaction with thiobarbituric acid. The activity of superoxide dismutase (SOD) was determined as the percent of the inhibition of nitrosin tetrazolium reduction reaction in the presence of phenazine methosulfate. Catalase activity was determined by changing H_2O_2 concentration.

Findings. The research was conducted in the aquaria room of the Institute of Fisheries NAAS. The effect on the antioxidant protection system activity of the organism of carp yearlings after addition of amaranth to their diet in the amount of 10% has been analyzed. Rearing was carried out under standard conditions and under the effect of stress-factors that are common for fish culture: pollution of the aquatic environment caused by the introduction of intensification measures; complex contamination of water with simultaneous decrease in the dissolved oxygen content.

The research showed that the additional feeding of amaranth to carps under standard conditions of cultivation, there was a certain tendency to an increase in the content of SOD in muscle and hepatopancreas (by 5.9–8.3%) and to an increase in the content of lipid peroxidation products (by 14.3–15.7%). The effect of stress factors showed more marked tendencies. Thus, in polluted water, the activity of SOD in muscle significantly increased ($p<0.01$), at the same time, the content of diene conjugates ($p<0.01$) increased. In hepatopancreas, a tendency to a 2.9% increase in the activity of catalase and a 44.1% decrease in the content of diene conjugates was observed. Under the complex effect of stress factors, the activity of catalase and TBA-products in muscles tended to decrease, diene conjugates tended to increase, while SOD increased ($p<0.01$). In hepatopancreas, there was a tendency to an increase in the content of catalase and SOD, respectively, by 16.5% and 5.9%. At the same time, the content of products of lipid peroxidation — TBA products ($p<0.01$) and diene conjugates ($p<0.001$) reduced.

Originality. The analysis of anti-oxidant properties of amaranth and the degree of the effect of feeding this additive to carp yearlings on the antioxidant protection system activity of their organism



under standard conditions of cultivation and the effect of stress-factors common for aquaculture have been analyzed.

Practical value. *Supplementation of carp diet with amaranth in production conditions can be used as a way to reduce the degree of adverse effects of common environmental stress-factors (contamination as a result of intensive measures and decrease in dissolved oxygen content in water to critical values) on the functional state of fish organism by increasing the antioxidant protection system activity.*

Key words: *carp, amaranth, cultivation, feeding, stress factors, antioxidant defense system.*

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА КАРПА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ АМАРАНТА (*AMARANTHUS LINNAEUS*, 1753) В СТАНДАРТНЫХ И СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

Р. А. Паламарчук, feeding@if.org.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

О. В. Дерень, derenj@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Н. М. Михайленко, mng70@i.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

М. З. Кориляк, stasiv8@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. *Установить эффективность применения амаранта (*Amaranthus*) в кормлении карпа при стандартных условиях выращивания и влиянии распространенных в рыбоводстве стресс-факторов с целью активации системы антиоксидантной защиты их организма.*

Методика. *Рыбоводные и гидрохимические исследования проведены по общепринятым методикам. Концентрацию диеновых конъюгатов исследовали методом, основанным на реакции оптической плотности гептанизопропанольного экстракта липидов. Определение концентрации ТБК-активных продуктов проводили спектрофотометрически по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой. Активность супероксиддисмутазы (СОД) — по определению процента торможения реакции восстановления нитросинего тетразолия в присутствии феназинметасульфата. Активность каталазы — по изменению концентрации H_2O_2 . Определение содержания белка проводили по методу Брэдфорда.*

Результаты. *Исследование проведено на базе аквариальной Института рыбного хозяйства НААН. Проанализировано влияние на активность системы антиоксидантной защиты организма годовиков карпа дополнительного введения в состав рациона амаранта в количестве 10%. Выращивание осуществляли в стандартных условиях и при воздействии распространенных в рыбоводстве стресс-факторов: загрязнения водной среды, вызванного введением интенсификационных мероприятий; комплексного загрязнения водной среды с одновременным снижением содержания растворенного в воде кислорода.*

В результате исследований, при дополнительном скормливании карпам амаранта при стандартных условиях выращивания, установлена тенденция к увеличению содержания СОД в мышцах и в печени (на 5,9–8,3%) и к росту содержания продуктов перекисного окисления липидов (на 14,3–15,7%). При влиянии стресс-факторов отмечены более выраженные тенденции. Так, при загрязнении водной среды активность СОД в мышцах достоверно возросла ($p < 0,01$), вместе с тем повысились содержание диеновых конъюгатов ($p < 0,01$). В печени отмечено тенденцию к увеличению активности каталазы на 2,9% и снижению содержания диеновых конъюгатов на 44,1%. При комплексном воздействии стресс-факторов в мышцах активность каталазы и ТБК-продуктов имеет тенденцию к снижению, диеновые конъюгаты — к увеличению, а СОД возрастает ($p < 0,01$). В печени карпов отмечен рост содержания каталазы и СОД соответственно на 16,5 и на 5,9%. При этом снижается содержание продуктов перекисного окисления липидов — ТБК-продуктов ($p < 0,01$) и диеновых конъюгатов ($p < 0,001$).

Научная новизна. *Осуществлен анализ антиоксидантных свойств амаранта и степень*



влияния скармливания данной добавки годовикам карпа на активность системы антиоксидантной защиты их организма в стандартных условиях выращивания и при воздействии распространенных в рыбоводстве стресс-факторов.

Практическая значимость. Введение амаранта в состав основного рациона карпа в производственных условиях можно использовать как способ снижения степени негативного влияния распространенных в рыбоводстве стресс-факторов внешней среды (загрязнения в результате интенсификационных мероприятий и снижения содержания растворенного в воде кислорода до критических значений) на функциональное состояние организма рыб путем повышения активности системы антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: карп, амарант, выращивание, кормление, стрессовые факторы, система антиоксидантной защиты.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Досягнення високого рівня рентабельності при вирощуванні коропа передбачає застосування інтенсифікаційних заходів. Це призводить до того, що неможливо повною мірою забезпечити біологічні потреби об'єкта культивування лише шляхом використання ряду технологічних процесів, оскільки вирощування супроводжується виникненням поширених у рибництві стрес-чинників.

Погіршення умов утримання та вирощування викликає у риб відповідну реакцію організму. Це безпосередньо негативно впливає на відсоток виживання, темпи росту, резистентність і функціональний стан організму загалом, що, відповідно, призводить до зниження продуктивності і ефективності ведення господарської діяльності [1–3]. Виникнення такої реакції можна констатувати на основі аналізу показників пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та активності системи антиоксидантного захисту (АОЗ) організму. Процеси ПОЛ є однією з першочергових складових адаптаційної перебудови організму за дії стрес-чинників [4]. Відомо, що вільні радикали — це активні форми кисню, які є основним чинником порушення у системі ПОЛ клітинних мембран і ДНК. Певна кількість радикалів завжди присутня в клітинах та забезпечує різні процеси в організмі. Важливо, щоб реакції окиснення не перевищували реакції відновлення. Захист від вільних радикалів забезпечує АОЗ, яка бере участь у регуляції та знешкодженні порушень у системі ПОЛ [5].

У випадку, коли неможливо уникнути впливу стресових чинників, оптимальним є формування та підтримування антистресових адаптаційних реакцій організму шляхом помірної стимуляції АОЗ [6].

Пошук шляхів корекції інтенсивності негативного впливу стрес-чинників на організм коропів дозволить своєчасно вносити обґрунтовані корективи у процес рибогосподарської діяльності.

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Ефективним може стати застосування в складі основного раціону коропа рослинних добавок з антиоксидантними властивостями, з огляду на позитивні результати використання їх з цією метою в інших підгалузях тваринництва [7, 8].

Основною серед біологічно активних властивостей амаранту є його здатність



збільшувати насичення крові киснем завдяки вмісту у ньому сквалену [9]. Враховуючи, що для амаранту характерні антиоксидантні властивості [10], перспективним є вивчення та порівняльна характеристика антиоксидантних властивостей амаранту за оптимальних умов вирощування і в умовах поширених у рибництві стресових чинників.

При проведенні попередніх досліджень, виходячи з аналізу поживності та біологічно активних властивостей амаранту, нами вперше було вивчено його вплив на деякі рибницько-фізіологічні показники організму однорічок коропа та визначено ефективність його використання в оптимальних умовах вирощування, а також за впливу стрес-чинника (підвищення вмісту нітритів у воді в результаті здійснення інтенсифікаційних заходів). Відмічено підвищення активності АОЗ в організмі коропів в результаті додаткового введення до складу основного раціону амаранту [11]. Дослідження продовжено в даному напрямку з метою здійснення порівняльного аналізу отриманих закономірностей за різних умов вирощування: оптимальних, впливу стрес-чинника та комплексу стрес-чинників.

За умови отримання позитивних результатів введення даної добавки до раціону коропа можна вирішити проблеми рибних господарств, викликані забрудненням водойм продуктами життєдіяльності риб та зниженням вмісту розчиненого у воді кисню до критичних значень, а саме: зниження приростів риби та її відхід внаслідок гіпоксії і розвитку супутніх захворювань.

Мета досліджень полягала у визначенні ефективності застосування амаранту в годівлі коропа за стандартних оптимальних умов вирощування та за впливу поширених у рибництві стрес-чинників з метою активації системи АОЗ їх організму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослід проведено на базі акваріальної Інституту рибного господарства НААН. Об'єктом дослідження були однорічки нивківського коропа. Для годівлі використовували збалансований комбікорм для коропа з вмістом протеїну 23%, до складу якого додатково вводили 10% змеленого насіння амаранту методом гранулювання. Добова кількість згодовування корму становила 3–5% від маси риб, з урахуванням його поїдання. Крім того, годівля була нормованою у відповідності до фізіологічних потреб риб на певному етапі онтогенезу. Тривалість експерименту склала 20 днів. Зрівняльний період перед проведенням дослідів тривав 10 днів. У цей період цюголіткам коропа згодовували однакову кількість стандартного комбікорму та забезпечили аналогічні оптимальні умови утримання. Після його закінчення, коли однорічки коропа адаптувалися до умов утримання і перейшли до активного живлення, їх розділили на контрольні і дослідні групи, у відповідності до мети дослідів. За оптимальних умов вирощування використано акваріуми місткістю 150 дм³, а за умови стрес-чинників — 80 дм³, у кожен з яких посаджено по 10 екз. коропів.

Дані експериментальні роботи проведено в трьох варіантах. В першому експерименті забезпечено стандартні оптимальні умови вирощування. В другому — однорічок коропа піддавали впливу стресових чинників, а саме — забруднення водного середовища в результаті збільшення густоти посадки риб. У третьому експерименті при вирощуванні застосовувався комплекс стресових чинників —



забруднення і щоденне зниження вмісту розчиненого у воді кисню (табл. 1).

Таблиця 1. Схеми експериментальних досліджень

Table 1. Scheme of experimental research

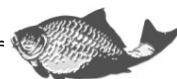
Варіант досліджу / Option of the research	Група риб / Group of fishes	Схеми годівлі / Scheme of feeding
I	Контроль I / Control I	Вирощування однорічок коропа з використанням в годівлі стандартного комбікорму за стандартних умов утримання / Growing a one-year-old carp with the use for feeding standard feed-stuff, under standard conditions of maintenance
	Дослід I / Experiment I	Вирощування однорічок з використанням в годівлі комбікорму з добавкою 10% амаранту за стандартних умов утримання / Growing of one-year-olds using for feeding feed-stuff with the addition of 10% amaranth under standard conditions of maintenance
II	Контроль II / Control II	Вирощування однорічок коропа з використанням в годівлі комбікорму за умов нітритного забруднення / Growing a one-year-old carp with the use for feeding standard feed-stuff, under nitrite pollution conditions
	Дослід II / Experiment I	Вирощування однорічок з використанням в годівлі комбікорму з добавкою 10% амаранту за умов нітритного забруднення / Growing of one-year-olds using for feeding feed-stuff with the addition of 10% amaranth under nitrite pollution conditions
III	Контроль III / Control III	Вирощування однорічок коропа з використанням в годівлі комбікорму за комплексного зниження вмісту розчиненого у воді кисню та нітритного забруднення / Growing a one-year-old carp with the use of feeding feed-stuff under conditions with integrated reduction of the content of oxygen dissolved in water and nitrite pollution
	Дослід III / Experiment III	Вирощування однорічок з використанням в годівлі комбікорму з добавкою 10% амаранту за комплексного зниження вмісту розчиненого у воді кисню та нітритного забруднення / Growing of one-year-olds using for feeding feed-stuff with the addition of 10% amaranth under conditions with integrated reduction of the content of oxygen dissolved in water and nitrite pollution

Впродовж проведення експериментальних робіт систематично контролювалися кисневий, гідрохімічний та температурний режими в акваріумах.

Відбір проб для хімічного аналізу води та їх обробку в лабораторії проводили за загальноприйнятими методиками [12]. Якість води оцінювали згідно загальних вимог та норм у рибицтві — СОУ 05.01–37–385:2006 [13].

Годівлю коропа проводили за схемами нормованої годівлі. Після закінчення досліджу визначали рівень виживання риби, її загальну і середню масу, та відбирали проби для проведення фізіолого-біохімічних досліджень.

Для біохімічних досліджень обрано різноспецифічні органи: печінка, оскільки в клітинах даного органу концентруються білки системи АОЗ, та м'язи, оскільки активність системи АОЗ в них значно нижча, проте продукти ПОЛ



здатні накопичуватися за впливу стрес-чинників [14].

Використовували 10 % гомогенати тканин печінки і скелетних м'язів коропа. Досліджували концентрацію дієнових кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [15]. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [16]; активність супероксиддисмутази — за визначенням відсотка гальмування реакції відновлення нітросинього тетразолію в присутності феназинметасульфату [17]; активність каталази — за зміною концентрації H_2O_2 [18]. Визначення вмісту білка проводили за методом Бредфорда [19].

Одержані цифрові результати опрацьовували статистично за допомогою стандартного пакету статистичних програм «Microsoft EXCEL». Вираховували середні арифметичні величини (M), середню квадратичну похибку (m) і вірогідність різниць (P) між досліджуваними середньоарифметичними величинами [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Температуру води протягом проведення експериментальних робіт утримували в межах 19–21°C, що забезпечувалось шляхом автоматичного підігріву. Показники перебували в оптимальних межах для засвоєння корму та росту коропа.

В ході експериментальних досліджень здійснено оцінку впливу додавання до комбікорму амаранту на активність АОЗ організму коропів в залежності від впливу стрес-чинників.

Результати експериментального згодовування однорічкам коропа в складі штучних кормів амаранту за стандартних умов утримання (Дослід I)

Протягом дослідіу проводився повний контроль хімічного складу води, газового режиму, вивчалась динаміка біогенних елементів і вміст органічної речовини в акваріумах (табл. 2).

Водневий показник (рН) середовища було оптимальним для проходження біохімічних процесів, відповідаючи лужному (7,12–8,38). Це свідчить про інтенсивність кругообігу речовин екосистеми.

Перманганатна окиснюваність встановлює присутність у воді легкоокиснюваних органічних речовин і є одним з показників ступеня забруднення водойми органічними домішками. Коливання даних показників були незначні впродовж дослідіу і не перевищували нормативних значень.

Концентрація кисню перебувала у межах нормативних значень і в середньому становила 5,02–6,54 мг O_2 /дм³, що забезпечувалось безперервною аерацією води в акваріумах.

Вода не була забруднена нітритами, вміст яких відмічено в незначних кількостях. Аналогічні показники отримані за вмістом нітратного азоту. Згідно з результатами досліджень, вміст амонійного азоту коливався в межах 0–0,08 мгN/дм³, що не перевищило нормативні межі.



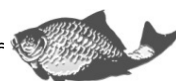
Таблиця 2. Результати хімічного аналізу води акваріумів за стандартних умов утримання, min–max / сер.

Table 2. Results of water chemical analysis in aquarium, under standard conditions of maintance, min-max / ave

Показник / Indicator	Усереднене значення / Averaged value	Нормативне значення / Normative value
Водневий показник (рН) середовища / Hydrogen ion concentration (pH) of the environment	<u>7,12–8,38</u> 7,62	6,5–8,5
Перманганатна окиснюваність, мгО/дм ³ / Permanganate oxugen consumed, mgO/dm ³	<u>6,7–13,1</u> 10,0	≤ 15
Лужність, мг-екв./дм ³ / Alkalinity, mg-eq/dm ³	<u>2,08–4,20</u> 3,40	3,0-6,0
Гідрокарбонати, НСО ₃ ⁻ , мг/дм ³ / Hydrocarbonates, НСО ₃ ⁻ , mg/dm ³	<u>126,9–317,2</u> 218,7	200–400
Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³ / Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mgN/dm ³	<u>0–0,08</u> 0,02	≤ 1,0
Нітрити, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrite, NO ₂ ⁻ , mgN/dm ³	<u>0–0,01</u> 0,02	≤ 0,1
Нітрати, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrate, NO ₃ ⁻ , mgN/dm ³	<u>0–0,08</u> 0,02	≤ 2,0
Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³ / Inorganic phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mgP/dm ³	<u>0–0,24</u> 0,12	≤ 0,5
Загальне залізо, мгFe/дм ³ / Total ferum, mgFe/dm ³	<u>0,04–0,23</u> 0,15	≤ 1,0
Твердість заг., мг-екв./дм ³ / Total hardness., mg-eq/dm ³	<u>3,9–5,3</u> 4,4	5–7
Мінералізація заг., мг/дм ³ / Total mineralization., mg/dm ³	<u>343,3–476,0</u> 410,9	300–1000
Розчинений у воді кисень, мгO ₂ /дм ³ / Dissolved oxugen in water, mgO ₂ /dm ³	<u>5,02–6,54</u> 5,14	≥5

Отже, гідрохімічний режим в дослідних акваріумах практично не відрізнявся, тобто додавання до корму експериментальної добавки не вплинуло на стан водного середовища. Впродовж дослідного періоду гідрохімічні показники перебували в оптимальних для росту і розвитку риби значеннях.

За результатами згодовування коропа амаранту встановлено, що у печінці дослідної групи коропів вміст каталази і продуктів ПОЛ залишається на тому ж рівні, що і в контрольній. Проте є тенденція до зростання активності СОД — на 8,3% (табл. 3).



Таблиця 3. Активність антиоксидантних ферментів та вміст продуктів ПОЛ у печінці та м'язах однорічок коропа за стандартних умов утримання ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 3. Antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation products content in liver and muscles of the one-year-old carp in standard conditions of maintenance ($M \pm m$, $n = 3$)

Група риб / Group of fishes	Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /хв. × мг білка / Catalase, mkmol H ₂ O ₂ /min. × mg protein	СОД, ум. од./хв. × мг білка / SOD, con. units / min. × mg protein	ТБК-продукти, нмоль/мг білка / TBA-reactive substances, nmol/mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка / Dyne conjugates, nmol/mg protein
Печінка / Liver				
Контроль / Control	18,89±0,061	2,76±0,123	1,53±0,107	0,21±0,102
Дослід / Experiment	18,88±0,078	3,01±0,062	1,62±0,131	0,33±0,121
М'язи / Muscles				
Контроль / Control	0,89±0,120	2,88±0,242	0,75±0,011	0,12±0,009
Дослід / Experiment	0,60±0,202	3,06±0,225	0,89±0,070	0,14±0,049

Вірогідних різниць активності ферментів у скелетних м'язах коропів за згодовування амаранту не виявлено, проте дещо знизилася активність каталази, а також, як і у печінці, відмічено тенденцію до збільшення вмісту СОД (на 5,9%). При цьому вміст продуктів ПОЛ у скелетних м'язах коропа має тенденцію до зростання на 14,3–15,7% (табл. 3).

Фізіолого-біохімічні показники організму однорічок коропа при згодовуванні в складі основного раціону амаранту за умов забруднення водного середовища (Дослід II)

Підвищений вміст нітритів у воді вказує на посилення процесів розкладання органічних речовин в умовах повільного окиснення NO₂ в NO₃. Нітрити є значно небезпечнішими, ніж нітрати, і при розкладанні виділяють окиси азоту. Дані процеси відбуваються внаслідок забруднення водойми органічними відходами. В рибогосподарських водоймах така ситуація виникає найчастіше за інтенсифікації виробництва, зокрема збільшення густоти посадки риб, а як наслідок — збільшення кількості згодовування кормів і продуктів життєдіяльності риб [21]. Підвищений вміст нітритів негативно впливає безпосередньо на організм риб, оскільки викликає зростання концентрації метгемоглобіну в крові. При цьому знижується здатність крові до переносу кисню [2, 3].

Виходячи з цього, моделювання в лабораторних умовах підвищеного вмісту нітритів у воді, як поширеного у рибництві стрес-чинника, та порівняння його впливу на деякі фізіологічні показники організму коропа за введення до корму



добавки з антиоксидантними властивостями амаранту є обгрунтованим і актуальним.

Значення рН середовища були оптимальними для проходження біохімічних процесів, відповідаючи лужним (7,97–8,30), що свідчить про інтенсивність кругообігу речовин екосистеми (табл. 4).

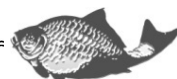
Таблиця 4. Результати хімічного аналізу води акваріумів за умов забруднення водного середовища, min–max / сер.

Table 4. Results of water chemical analysis in aquarium, under pollution conditions of maintance, min-max / ave

Показник / Indicator	Усереднене значення / Averaged value	Нормативне значення / Normative value
Водневий показник (рН) середовища / Hydrogen ion concentration (pH) of the environment	<u>7,97–8,30</u> 8,14	6,5–8,5
Вільний аміак, NH ₃ , мгN/дм ³ / Uncombined ammonia, NH ₃ , mgN/dm ³	<u>0,02–0,08</u> 0,05	≤ 0,05
Перманганатна окиснюваність, мгO/дм ³ / Permanganate oxugen consumed, mgO/dm ³	<u>13,10–22,80</u> 17,95	≤ 15
Біхроматна окиснюваність, мгO/дм ³ / Dichromate value, mgO/dm ³	<u>32,80–57,00</u> 44,90	≤ 50
Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³ / Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mgN/dm ³	<u>0,93–1,98</u> 1,46	≤ 1,0
Нітрити, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrite, NO ₂ ⁻ , mgN/dm ³	<u>1,07–3,44</u> 2,01	≤ 0,1
Нітрати, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrate, NO ₃ ⁻ , mgN/dm ³	<u>0,17–0,63</u> 0,40	≤ 2,0
Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³ / Inorganic phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mgP/dm ³	<u>0,18–0,57</u> 0,38	≤ 0,5
Загальне залізо, мгFe/дм ³ / Total ferum, mgFe/dm ³	<u>0,68–0,93</u> 0,81	≤ 1,0
Розчинений у воді кисень, мгO ₂ /дм ³ / Dissolved oxygen in water, mgO ₂ /dm ³	<u>7,0 – 8,6</u> 7,9	≥ 5

Перманганатна окиснюваність встановлює присутність у воді легкоокиснюваних органічних речовин і є одним з показників ступеня забруднення води органічними домішками. В середньому даний показник впродовж проведення досліджень склав 17,95 мгO/дм³, з максимальним значенням 22,80 мгO/дм³, що перевищує нормативне (до 15 мгO/дм³). Показники біхроматної окиснюваності, що характеризують загальне забруднення води, в середньому не перевищували нормативних значень, проте максимальні показники зафіксовані на рівні 57,0 мгO/дм³.

У відповідності до мети досліджень, вміст нітритів у воді перевищував нормативні значення і в середньому склав 2,01 мгN/дм³ (за норми — до 0,1



мгN/дм³), і коливаючись в межах 1,07–3,44 мгN/дм³. Відповідно, відмічено зростання вмісту нітратів до 0,63 мгN/дм³, проте даний показник не перевищував нормативних значень. Слід відмітити дещо високі концентрації вільного аміаку у воді, які в середньому не перевищували допустимі значення, проте коливання були суттєвими з максимумом на рівні 0,08 мгN/дм³ (за норми до 0,05 мгN/дм³). Вміст амонійного азоту теж підвищувався до критичних значень, проте не перевищував норми.

Концентрація кисню не опускалась нижче нормативних значень і в середньому була на рівні 7,9 мгO₂/дм³, що забезпечувалось безперервною аерацією води в акваріумах.

Результати гідрохімічних досліджень вказують на те, вода містила понаднормову кількість забруднювачів органічного походження, що зумовило збільшення вмісту у ній нітритів і перманганатної окиснюваності. Проте, в акваріумах проводився щоденний водообмін, а це перешкоджало збільшенню концентрації органічних сполук у воді.

За введення до складу основного раціону однорічок коропа амаранту та підвищеного вмісту нітритів у воді не виявлено достовірних різниць у показниках системи антиоксидантного захисту організму у печінці. Відмічено тенденцію до збільшення активності каталази на 2,9% і зниження вмісту дієнових кон'югатів на 44,1% (табл. 5).

Таблиця 5. Активність антиоксидантних ферментів та вміст продуктів ПОЛ у печінці та м'язах однорічок коропа за умов забруднення водного середовища (M ± m, n = 3)

Table 5. Antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation products content in liver and muscles of the one-year-old carp in pollution conditions of maintenance (M ± m, n = 3)

Група риб / Group of fishes	Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /хв. × мг білка / Catalase, mkmol H ₂ O ₂ /min. × mg protein	СОД, ум. од./хв. × мг білка / SOD, con. units / min. × mg protein	ТБК-продукти, нмоль/мг білка / TBA-reactive substances, nmol/mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка / Dyne conjugates, nmol/mg protein
Печінка / Liver				
Контроль / Control	74,18±2,868	4,65±0,077	0,48±0,091	1,02±0,298
Дослід / Experiment	76,37±1,109	4,50±0,132	0,41±0,091	0,57±0,134
М'язи / Muscles				
Контроль / Control	2,77±0,230	2,19±0,068	0,22±0,064	0,26±0,049
Дослід / Experiment	2,12±0,084	2,63±0,057**	0,23±0,038	0,82±0,085**

Примітка. У цій і наступних таблицях різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною групою: * — P < 0,05; ** — P < 0,01; *** — P < 0,001.

Note. In this and subsequent tables the difference is statistically significant compared to the control group: * — P < 0.05, ** — P < 0.01, *** — P < 0.001.



У м'язах даної дослідної групи зросла активність СОД ($p < 0,01$) і склала $2,63 \pm 0,057$ проти $2,19 \pm 0,068$ ум. од./хв. \times мг білка в контролі (табл. 5). Разом з тим, зріс вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,01$) на 44,1%. Збільшення активності СОД узгоджується з тенденціями, отриманими за оптимальних умов вирощування. Показники вмісту дієнових кон'югатів потребують додаткової перевірки, оскільки даний показник у печінці і м'язах набув обернено пропорційного значення.

Вплив згодовування амаранту у складі штучних кормів однорічкам коропа на фізіолого-біохімічні показники їх організму за впливу комплексу стрес-чинників (Дослід III)

Однією з найбільш небезпечних проблем у веденні рибогосподарської діяльності є зниження вмісту розчиненого кисню у воді. Різне зниження даного показника в ранкові години може призвести до повної загибелі всієї рибної продукції водойми [22]. Проблему можна вирішити комплексом загальноприйнятих у рибництві засобів, але часто складаються обставини, коли риба постійно перебуває у несприятливих умовах у зв'язку з недостатністю водообміну. Особливо це небезпечно за високої температури повітря і забруднення води. Саме тому, а також враховуючи результати попереднього дослідження, окремий дослід було закладено з метою з'ясування впливу згодовування добавки з біологічно активними властивостями амаранту на рибницько-фізіологічні показники коропа за умов впливу комплексу стрес-чинників, а саме — зниження розчиненого у воді кисню та забруднення води органічними речовинами.

При аналізі хімічного складу води акваріумів встановлено, що водневий показник середовища знаходився в нормативних межах, відповідаючи лужному (8,06–8,38), що свідчить про достатній обмін води в акваріумах (табл. 6).

Характеризуючи ступінь забруднення води органічними домішками, слід відзначити, що усереднені показники перманганатної окиснюваності дещо перевищували нормативні значення (до 15 мгО/дм^3) і коливалися в досить широких межах: $6,50\text{--}25,40 \text{ мгО/дм}^3$. Показники біхроматної окиснюваності, що характеризують загальне забруднення води, в середньому не перевищували нормативних значень, проте максимальні показники зафіксовані на рівні $63,6 \text{ мгО/дм}^3$ (за норми — до 50 мгО/дм^3),

У відповідності до мети досліджень, вміст нітритів у воді вдвічі перевищував нормативні значення і в середньому склав $0,25 \text{ мгN/дм}^3$ (за норми — до $0,1 \text{ мгN/дм}^3$), коливаючись в межах $0,10\text{--}0,39 \text{ мгN/дм}^3$. Вміст нітратів перебував у межах $0,14\text{--}0,30 \text{ мгN/дм}^3$, не перевищуючи нормативних значень.

Слід відмітити високі концентрації вільного аміаку у воді, які в середньому перевищували допустимі значення і склали $0,15 \text{ мгN/дм}^3$ (за норми — до $0,05 \text{ мгN/дм}^3$), коливаючись в межах $0,03\text{--}0,27 \text{ мгN/дм}^3$. Аналогічна ситуація відбувалася у накопиченні амонійного азоту, який досягав показників, вдвічі більших за норму.

Вміст розчиненого у воді кисню зменшували шляхом припинення аерації до моменту коли риба починала активно підпливати до поверхні води. При цьому концентрація кисню була нижчою, ніж нормативні значення і в середньому була на рівні $0,98\text{--}2,77 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, що відповідало меті досліду.



Таблиця 6. Результати хімічного аналізу води акваріумів за впливу комплексу стрес-чинників, min-max / сер.

Table 6. Results of water chemical analysis in aquarium, under complex stress-factors influence to the maintance conditions, min-max / ave

Показник / Indicator	Усереднене значення / Averaged value	Нормативне значення / Normative value
Водневий показник (pH) середовища / Hydrogen ion concentration (pH) of the environment	<u>8,06–8,38</u> 8,22	6,5–8,5
Вільний аміак, NH ₃ , мгN/дм ³ / Uncombined ammonia, NH ₃ , mgN/dm ³	<u>0,03–0,27</u> 0,15	до 0,05
Перманганатна окиснюваність, мгO/дм ³ / Permanganate oxxygen consumed, mgO/dm ³	<u>6,50–25,40</u> 15,95	до 15
Біхроматна окиснюваність, мгO/дм ³ / Dichromate value, mgO/dm ³	<u>16,20–63,60</u> 39,90	до 50
Амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³ / Ammonium nitrogen, NH ₄ ⁺ , mgN/dm ³	<u>1,08–4,42</u> 2,75	до 1,0
Нітриди, NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrite, NO ₂ ⁻ , mgN/dm ³	<u>0,10–0,39</u> 0,25	до 0,1
Нітрати, NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³ / Nitrate, NO ₃ ⁻ , mgN/dm ³	<u>0,14–0,30</u> 0,22	до 2,0
Мінеральний фосфор, PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³ / Inorganic phosphorus, PO ₄ ³⁻ , mgP/dm ³	<u>0,10–0,21</u> 0,16	до 0,5
Загальне залізо, мгFe/дм ³ / Total ferum, mgFe/dm ³	<u>1,12–1,14</u> 0,13	до 1,0
Розчинений у воді кисень, мгO ₂ /дм ³ / Dissolved oxxygen in water, mgO ₂ /dm ³	<u>0,98 – 2,77</u> 1,6	≥5

При аналізі результатів хімічного складу води встановлено значне погіршення практично усіх основних гідрохімічних показників (табл. 6). Зокрема, показники перманганатної окиснюваності, вмісту вільного аміаку і амонійного азоту у воді перевищували нормативні значення, що зумовлено комплексною дією досліджуваних стрес-чинників.

Згодовування амаранту за комплексної дії стрес-чинників впливає на активність ферментної і неферментної ланок системи АОЗ організму дослідних груп коропів.

Так, при згодовуванні амаранту, у печінці коропів є тенденція до зростання вмісту каталази і СОД відповідно на 16,5 і 5,9%. При цьому знижується вміст продуктів ПОЛ, нмоль/мг білка: ТБК-продуктів — до 0,50±0,011 (p<0,01), проти 0,60±0,011 в контролі, і дієнових кон'югатів — до 0,39±0,019 (p<0,001), проти 0,51±0,033 в контролі (табл. 7).



Таблиця 7. Активність антиоксидантних ферментів та вміст продуктів ПОЛ у печінці та м'язах однорічок коропа за впливу комплексу стрес-чинників ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 7. Antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation products content in liver and muscles of the one-year-old carp under complex stress-factors influence to the maintenance conditions ($M \pm m$, $n = 3$)

Група риб / Group of fishes	Каталаза, мкмоль H_2O_2 /хв. \times мг білка / Catalase, mkmol H_2O_2 /min. \times mg protein	СОД, ум. од./хв. \times мг білка / SOD, con. units / min. \times mg protein	ТБК-продукти, нмоль/мг білка / TBA-reactive substances, nmol/mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка / Dyne conjugates, nmol/mg protein
Печінка / Liver				
Контроль / Control	64,54 \pm 7,442	4,32 \pm 0,224	0,60 \pm 0,011	0,51 \pm 0,033
Дослід / Experiment	77,32 \pm 0,643	4,59 \pm 0,519	0,50 \pm 0,011**	0,39 \pm 0,019*
М'язи / Muscles				
Контроль / Control	2,21 \pm 0,084	2,39 \pm 0,074	0,40 \pm 0,206	0,37 \pm 0,029
Дослід / Experiment	1,95 \pm 0,121	5,07 \pm 0,266***	0,32 \pm 0,103	0,58 \pm 0,168

У м'язах коропа дослідної групи є тенденція до зменшення каталази (на 11,8%), проте вдвічі достовірно зростає активність СОД — до 5,07 \pm 0,266 ($p < 0,01$), проти 2,39 \pm 0,074 ум. од./хв. \times мг білка в контролі. ТБК-продукти мають тенденцію до зниження, а дієнові кон'югати, навпаки — до збільшення (табл. 7).

Порівняльний аналіз згодовування амаранту у складі штучних кормів однорічкам коропа за різних умов вирощування

У результаті співставлення отриманих результатів встановлено закономірність впливу стрес-чинників на систему АОЗ коропів для контрольних і дослідних груп (табл. 8).

За впливу стрес-чинників у печінці і у м'язах риб контрольних груп II і III зростає вміст каталази ($p < 0,05-0,01$) і дієнових кон'югатів відносно Контролю I, який утримувався в стандартних умовах. При цьому активність СОД у печінці зростає ($p < 0,05-0,01$), а в м'язах — дещо знижується.

Така ж тенденція відмічена і в дослідних групах, яким додатково згодовували амарант за різних умов вирощування (табл. 8). У печінці активність ферментної ланки АОЗ найбільше виражена Досліді III ($p < 0,05-0,001$), в той час як показник дієнових кон'югатів зменшується відносно Досліді II. У м'язах показники змінюються аналогічно, і додатково зростає вміст СОД в Досліді III ($p < 0,05$), порівняно з Дослідом I. Тобто антиоксидантні властивості амаранту виражені більшою мірою за посилення дії стрес-чинників.



Таблиця 8. Активність антиоксидантних ферментів та вміст продуктів ПОЛ у печінці та м'язах одnorічок коропа ($M \pm m$, $n = 3$)

Table 8. Antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation products content in liver and muscles of the one-year-old carp ($M \pm m$, $n = 3$)

Група риб / Group of fishes	Каталаза, мкмоль H ₂ O ₂ /хв. × мг білка / Catalase, mkmol H ₂ O ₂ /min. × mg protein	СОД, ум. од./хв. × мг білка / SOD, con. units / min. × mg protein	ТБК-продукти, нмоль/мг білка / ТВА-reactive substances, nmol/mg protein	Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка / Dyne conjugates, nmol/mg protein
Печінка / Liver				
Контроль I / Control I	18,89±0,061	2,76±0,123	1,53±0,107	0,21±0,102
Контроль II / Control II	74,18±2,868**	4,65±0,077**	0,48±0,091*	1,02±0,298
Контроль III / Control III	64,54±7,442*	4,32±0,224*	0,60±0,011*	0,51±0,033
Дослід I / Experiment I	18,88±0,078	3,01±0,062	1,62±0,131	0,33±0,121
Дослід II / Experiment II	76,37±1,109***	4,50±0,132**	0,41±0,091*	0,57±0,134
Дослід III / Experiment III	77,32±0,643***	4,59±0,519	0,50±0,011*	0,39±0,019
М'язи / Muscles				
Контроль I / Control I	0,89±0,120	2,88±0,242	0,75±0,011	0,12±0,009
Контроль II / Control II	2,77±0,230*	2,19±0,068	0,22±0,064*	0,26±0,049
Контроль III / Control III	2,21±0,084*	2,39±0,074	0,40±0,206	0,37±0,029*
Дослід I / Experiment I	0,60±0,202	3,06±0,225	0,89±0,070	0,14±0,049
Дослід II / Experiment II	2,12±0,084*	2,63±0,057	0,23±0,038*	0,82±0,085*
Дослід III / Experiment III	1,95±0,121*	5,07±0,266*	0,32±0,103*	0,58±0,168

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Відмічено антиоксидантні властивості амаранту в усіх експериментальних варіантах, як в межах дослідних груп, так і в порівнянні з контрольними групами.

При згодовуванні коропа амаранту за оптимальних умов вирощування значних змін в активності антиоксидантних ферментів у печінці та скелетних м'язах не відмічено. Встановлено тенденцію до збільшення вмісту СОД у м'язах і печінці, що є важливим показником, оскільки активність даного ферменту є досить високою, а також зростання вмісту ПОЛ у м'язах.



За впливу одного стрес-чинника в м'язах достовірно зросла активність СОД ($p < 0,01$), разом з тим збільшився вміст дієнових кон'югатів ($p < 0,01$).

За впливу комплексу стрес-чинників: в м'язах СОД зростає ($p < 0,01$) і дієнові кон'югати мають тенденцію до збільшення, каталаза і ТБК — до зниження; в печінці є тенденція до зростання вмісту каталази і СОД, при одночасному зниженні вмісту продуктів ПОЛ – ТБК-продуктів ($p < 0,01$) і дієнових кон'югатів ($p < 0,001$).

В результаті досліджень встановлено, що антиоксидантні властивості амаранту виражені більшою мірою за впливу стрес-чинників, що дозволяє рекомендувати його використання в складі основного раціону коропа за різних умов вирощування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бекина Е. Н. Реакция организма карпа на негативные воздействия, сопутствующие рыбоводному процессу : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.10 «Ихтиология». Москва, 1994. 27 с.
2. Леус Ю. В. Перекисне окиснення ліпідів та антиоксидантний захист у риб під впливом факторів водного середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.17 «Гідробиологія». Київ, 1998. 16 с.
3. Грубинко В. В., Леус Ю. В. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у рыб // Гидробиологический журнал. 2001. Т. 37, № 1. С. 64—78.
4. Метаболічні аспекти формування кисневого гомеостазу в екстремальних станах / Тимочко М. Ф. та ін. Львів : Львівський медичний ін-т, 1998. 142 с.
5. Попова Е. М., Кошій І. В. Ліпіди як компонент адаптації риб до екологічного стресу // Рибогосподарська наука України. 2007. № 1. С. 49—56.
6. Єлісеєва О. П. Механізми жирнокислотної і гіпоксичної стимуляції кисневозалежних процесів при формуванні адаптаційних реакцій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.04 «Біохімія». Київ, 2014. 43 с.
7. Доклиническое изучение безопасности фитопрепаратов, обладающих гепатопротекторными свойствами / Крепова Л. В. и др. // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения : 8 Междунар. съезд «Фитофарм 2004», 21-23 июня 2004 г. : матер. Санкт-Петербург, 2004. С. 111—114.
8. Ноллед Лоуд. Європа проти антибіотиків // Тваринництво України. 2005. № 2. С. 19—20.
9. Гальцев В. П., Стоцький П. І., Сенік В. Б. Огляд застосування амаранту та один зі способів отримання амарантової олії як джерела сквалену // Аграрний вісник Причорномор'я. 2012. Вип. 63. С. 188—191.
10. Карасьева Н. В. Перспективи використання амаранту // Хранение и переработка зерна. 2009. № 1. С. 31—33.
11. Паламарчук Р. А., Дерень О. В. Визначення ефективності використання амаранту (*Amaranthus*) в годівлі коропа за різних умов вирощування // Рибогосподарська наука України. 2018. № 2. С. 103—115.
12. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Ленинград : Гидрометеиздат, 1970. 412 с.



13. СОУ 05.01–37–385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України).
14. Стальная И. Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот // Современные методы в биохимии. 1977. С. 63—64.
15. Коробейникова Е. Н. Модификация определения продуктов перекисного окисления липидов в реакции с тиобарбитуровой кислотой // Лабораторное дело. 1989. № 7. С. 8—9.
16. Дубинина Е. Е., Сальникова Л. А., Ефимова Л. Ф. Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека // Лабораторное дело. 1983. № 10. С. 30—33.
17. Корольок М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. 1988. № 1. С. 16—19.
18. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248—254.
19. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
20. Гринжевський М. В., Пшеничний Д. Р. Вирощування дволіток коропів у ставах за інтенсивною технологією. Київ : Інкос, 2009. 192 с.
21. Шерман І. М. Ставове рибництво. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

REFERENCES

1. Bekina, E. N. (1994). Reaktsiya organizma karpa na negativnye vozdeystviya, soputstvuyushchie rybovodnomu protsessu. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva.
2. Leus, Yu. V. (1998). Perekysne okysnennia lipidiv ta antyoksydantnyi zakhyst u ryb pid vplyvom faktoriv vodnoho seredovyscha. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
3. Grubinko, V. V., & Leus, Yu. V. (2001). Perekisne okislenie lipidov i antioksidantnaya zashchita u ryb. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 1, 64-78.
4. Tymochko, M. F., Yelisieieva, O. P., Kobylinska, L. I., & Tymochko, I. F. (1998). *Metabolichni aspekty formuvannia kysnevoho homeostazu v ekstremalnykh stanakh*. Lviv: Lvivskiy medychniy in-t.
5. Popova, E. M., & Koshchii, I. V. (2007). Lipidy yak komponent adaptatsii ryb do ekolohichnoho stresu. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 49-56.
6. Ielisieieva, O. P. (2014). Mekhanizmy zhyrnokyslotnoi i hipoksychnoi stymuliatsii kysnevozaleznykh protsesiv pry formuvanni adaptatsiinykh reaktsii. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv.
7. Krepova, L. V., Bortnikova, V. V., & Shkarenkov, A. A. (2004). Doklinicheskoe izuchenie bezopasnosti fitopreparatov, obladajushhih gepatoprotekturnymi svojstvami. *Aktual'nye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoho proishozhdenija : Materialy 8 Mezhdunar. S'ezda Fitofarm 2004*. Sankt-Peterburg, 111-114.
8. Nollod, Loud (2005). Yevropa proty antybiotyktiv. *Tvarynnystvo Ukrainy*, 2, 19-20.
9. Haltsev, V. P., Stotskiy, P. I., & Sienik, V. B. (2012). Ohliad zastosuvannia amarantu ta odyn zi sposobiv otrymannia amarantovoi olii, yak dzherela skvalenu.



- Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*, 63, 188-191.
10. Karasova, N. V. (2009). Perspektyvy vykorystannia amarantu. *Khranenyje y pererabotka zerna*, 1, 31-33.
 11. Palamarchuk, R. A., & Deren, O. V. (2018). Vyznachennia efektyvosti vykorystannia amarantu (*Amaranthus*) v hodivli koropa za riznykh umov vyroshchuvannia. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, 103-115.
 12. Alekin, O. A. (1970). *Osnovy gidrohimii*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
 13. Voda rybohospodarskykh pidpryiemstv. Zahalni vymohy ta normy (2006). *SOU 05.01-37-385:2006*. Standart Minahropolityky Ukrapiny. Kyiv: Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy.
 14. Stal'naja, I. D. (1977). Metod opredelenija dienovoj kon'jugacii nenasyshhenyh vysshih zhirnih kislot. *Sovremennye metody v biohimii*, 63-64.
 15. Korobejnikova, E. N. (1989). Modifikacija opredelenija produktov perekisnogo okislenija lipidov v reakcii s tiobarbiturovoj kislotoj. *Laboratornoe delo*, 7, 8-9.
 16. Dubinina, E. E., Sal'nikova, L. A., & Efimova, L. F. (1983). Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy jeritroцитov i plazmy krovi cheloveka. *Laboratornoe delo*, 10, 30-33.
 17. Koroljuk, M. A., Ivanova, L. I., & Majorova, I. G. Metod opredelenija aktivnosti katalazy. *Laboratornoe delo*, 1, 16-19.
 18. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem*, 72, 248-254.
 19. Plohinskij, H. A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlja zootehnikov*. Moskva: Kolos.
 20. Hrynzhevskiy, M. V., & Pshenychnyi, D. R. (2009). *Vyroshchuvannia dvolitok koropiv u stavakh za intensyvnoiu tekhnolohiieiu*. Kyiv: Inkos.
 21. Sherman, I. M. (1994). *Stavove rybnytstvo*. Kyiv: Urozhai.

