

УДК 577.15:639.3

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИЙ СТАТУС ТА РИБНИЦЬКІ ПОКАЗНИКИ ЦЬОГОЛІТОК ЛЮБІНСЬКОГО ЛУСКАТОГО КОРОПА, ЯКІ ВИРОЩУВАЛИСЬ ПРИ РІЗНОМУ ВМІСТІ ПРИРОДНОГО КОРМУ У РАЦІОНІ

А. Я. Тучапська¹, О. М. Фріштак¹, Г. В. Качай²
tuchapska_anna@ukr.net

¹Інститут рибного господарства НААН, вул. Обухівська, 135, м. Київ, 03164, Україна

²Львівська дослідна станція ІРГ НААН, смт Любін Великий,
вул. Львівська, 11, 81555, Україна

Відомо, що швидкість росту ставових риб і їх фізіологічний стан значною мірою залежать від наявності у раціоні природних кормів, які суттєво впливають на обмін речовин в організмі. Частку природного корму у раціоні цьоголіток коропа у період сезонного зниження кормової бази ставів можна підвищити шляхом підгодівлі культивованим зоопланктоном. Для з'ясування метаболічних ефектів підвищення вмісту природних кормів у раціоні цьоголіток коропа на основні системи організму риб, нами вивчалися гематологічні показники цьоголіток, склад м'язових тканин та активність системи антиоксидантного захисту в печінці.

*У дослідженнях використовували цьоголіток лускатого коропа (*Cyprinus carpio L.*) середньою масою 0,033–0,042 кг. Підвищений вміст природного корму у раціоні цьоголіток коропа в дослідних ставах забезпечили інтродукцією маточної культури ракоподібних в період залиття ставів та підгодівлею культивованим зоопланктоном протягом липня і серпня. Проведені дослідження показали вірогідно вищий вміст гемоглобіну на 23,1–23,4 % ($P < 0,01$) та гематокриту на 8,8–15,8 % ($P < 0,01$) у цьоголіток коропа при підвищенні вмісту природного корму у раціоні. Одночасно у цьоголіток із дослідних ставів відмічено вищий вміст сухої речовини у м'язах на 6,5–7,4 % ($P < 0,01$) за рахунок зростання вмісту протеїну на 5,5–6,9 % ($P < 0,01$) та жиру на 13,1–15,8 % ($P < 0,01$). Збагачення раціону цьоголіток коропа природним кормом незначною мірою сприяло підвищенню активності антиоксидантної системи в печінці, про що свідчить децю нижча активність каталази та невірогідно вища на 3,1–19,6 % активність СОД (супероксиддисмутаза). При цьому рівень продуктів ліпопероксидації мав невірогідну тенденцію до нижчих значень на 2,2–8,3 %.*

Проведенні заходи сприяли значному підвищенню вмісту природного корму у раціоні цьоголіток коропа, завдяки чому рибопродуктивність дослідних ставів зросла на 33,4–48,5 % за економії кормів 12,5–15,6 %.

Ключові слова: ЦЬОГОЛІТКИ КОРОПА, ПРИРОДНА КОРМОВА БАЗА, ГЕМОГЛОБІН, ЕРИТРОЦИТИ, ГЕМАТОКРИТ, ПРОТЕЇН, ЖИР, АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА, РИБОПРОДУКТИВНІСТЬ

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL STATUS AND PISCICULTURAL INDICATORS OF THE FINGERLINGS OF LUBINSKY SCALY CARP, WHICH ARE GROWN AT VARIOUS CONTENTS OF NATURAL FOOD IN THE DIET

A. Y. Tuchapska¹, A. M. Frishtak¹, G. V. Kachay²
tuchapska_anna@ukr.net

¹Institute of Fisheries NAAS, Obukhovska st., 135, Kiev, 03164, Ukraine

²Experimental Station Lviv IRG NAAS, Great Lubień, Lvivska st., 11, 81555, Ukraine

It is known that the growth rate of pond fish and their physiological state is largely dependent on the presence of natural food in diet that can significantly affect the body's metabolism. The share of natural food

in the diet of carp fingerlings during the seasonal decline in forage base ponds can be increased by feeding of cultivated zooplankton. To elucidate the metabolic effects of increasing the content of natural food in the diet of carp fingerlings to the main systems of the body of fish, we studied haematological parameters of fingerlings, the composition of muscle tissue and activity of antioxidant defense system in the liver.

*In studies the fingerlings of scaly carp (*Cyprinus carpio* L.) with average weights 0.033–0.042 kg have been used. Elevated levels of natural food in the diet of carp fingerlings in experimental ponds have provided introductions a stock culture of crustaceans during filling the ponds and supplementary feeding of fish cultivated zooplankton during July and August. Studies have shown significantly higher levels of hemoglobin on 23.1–23.4 % ($P<0.01$) and hematocrit on 8.8–15.8 % ($P<0.01$) in carp fingerlings with increasing content of natural food in diet. Simultaneously, in the fingerlings from experimental ponds have noted a higher dry matter content in the muscles at 6.5–7.4 % ($P<0.01$) due to the increase of protein content on 5.5–6.9 % ($P<0.01$) and fat on 13.1–15.8 % ($P<0.01$). Enriching the diet of carp fingerlings natural food marginally contributed to an increase in activity of the antioxidant system in the liver, as evidenced by the lower activity of catalase and incredibly on 3.1–19.6 % higher SOD activity (superoxide dismutase). The level of lipid peroxidation products had a significant trend towards lower values on 2.2–8.3 %.*

Implemented activities have contributed to considerable increase the content of natural food in the diet of carp fingerlings, so fish productivity of experimental ponds has increased by 33.4–48.5% with savings of feed on 12.5–15.6 %.

Keywords: FINGERLINGS CARP, NATURAL FORAGE BASE, HEMOGLOBIN, ERYTHROCYTES, HEMATOCRIT, PROTEIN, FAT, ANTIOXIDANT SYSTEM, FISH PRODUCTIVITY

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС И РЫБОВОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТОК ЛЮБИНСКОГО ЧЕШУЙЧАТОГО КАРПА ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОДЕРЖАНИИ ЕСТЕСТВЕННОГО КОРМА В РАЦИОНЕ

А. Я. Тучапська¹, А. М. Фриштак¹, Г. В. Качай²
tuchapska_anna@ukr.net

¹Институт рыбного хозяйства НААН, ул. Обуховская, 135, г. Киев, 03164, Украина

²Львовская опытная станция ИРГ НААН, г. Любень Великий,
ул. Львовская, 11, 81555, Украина

*Известно, что скорость роста прудовых рыб и их физиологическое состояние в значительной мере зависят от наличия в рационе естественных кормов, которые существенно влияют на обмен веществ в организме. Долю естественного корма в рационе сеголеток карпа в период сезонного снижения кормовой базы прудов можно повысить за счет подкормки культивируемым зоопланктоном. Для выяснения метаболических эффектов повышения содержания естественных кормов в рационе сеголеток карпа на основные системы организма, изучались гематологические показатели, состав мышечной ткани и активность системы антиоксидантной защиты печени. В исследованиях использовали сеголеток карпа чешуйчатого (*Cyprinus carpio* L.) средней массой 0,033–0,042 кг. Повышенное содержание естественного корма в рационе в опытных прудах обеспечили интродукцией маточной культуры ракообразных в период заливки прудов и подкормкой культивируемым зоопланктоном в течение июля и августа. Исследования показали достоверно более высокое содержание гемоглобина на 23,1–23,4 % ($P<0,01$) и гематокрита на 8,8–15,8 % ($P<0,01$) у сеголеток карпа при повышении содержания естественного корма в рационе. Одновременно у сеголеток из опытных прудов отмечено увеличение содержания сухого вещества в мышцах на 6,5–7,4 % ($P<0,01$) за счет большего количества протеина на 5,5–6,9 % ($P<0,01$) и жира на 13,1–15,8 % ($P<0,01$). Обогащение рациона сеголеток карпа естественным кормом в незначительной степени стимулировало антиоксидантную систему печени, о чем свидетельствует более низкая активность каталазы и недостоверно высшая на 3,1–19,6 % активность*

супероксиддисмутази. При этом уровень продуктов липопероксидации недостоверно снизился на 2,2–8,3 %. Рыбопродуктивность опытных прудов возросла на 33,4–48,5% при экономии кормов 12,5–15,6 %.

Ключевые слова: СЕГОЛЕТКИ КАРПА, ЕСТЕСТВЕННАЯ КОРМОВАЯ БАЗА, ГЕМОГЛОБИН, ЭРИТРОЦИТЫ, ГЕМАТОКРИТ, ПРОТЕИН, ЖИР, АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА, РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ

Відомо, що біологічно активні речовини, які містяться в природному кормі, впливаючи на ферментативну систему і активізацію біохімічних процесів в організмі риб, покращують засвоєння комбікорму [1]. Тому заходи, спрямовані на підвищення забезпеченості ставових риб природними кормами, є обов'язковим елементом технологій вирощування. Незважаючи на проведення заходів із стимуляції розвитку природної кормової бази, в рибницьких ставах, починаючи з липня, спостерігається сезонне зниження кормової бази [2], внаслідок якого зменшується частка природних кормів у раціоні та сповільнюється ріст риб. У цей період частку природного корму у раціоні цьоголіток коропа можна збільшити тільки шляхом їх підгодівлі культивованим кормовим зоопланктоном [3], для чого нами проводилось його культивування у окремому ставі-культиваторі та садках, які були встановлені у вирощувальних ставах. У літературі мало даних про вплив підгодівлі цьоголіток коропа культивованим зоопланктоном у липні–серпні на їх рибницько-біологічні показники. Тому наші дослідження були спрямовані на вивчення залежності рибницьких та основних фізіолого-біохімічних показників цьоголіток коропа від заходів інтенсифікації, які забезпечують підвищення вмісту природного корму у раціоні.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі дослідного господарства «Великий Любін» Львівської дослідної станції Інституту рибного господарства НААН України. Цьоголіток вирощували у трьох ставах, із яких один був контрольним, а два

— дослідними з однаковою схемою заходів інтенсифікації кормової бази. Стави були зарибненні на початку червня личинками любінського лускатого коропа, отриманими від природного нересту, з розрахунку 30 тис. екз./га. Годівлю цьоголіток проводили у липні і серпні подрібненими зерновими кормами.

З метою стимуляції розвитку природної кормової бази у прибережну зону всіх експериментальних ставів було внесено перегній від великої рогатої худоби у кількості 4 т/га. У дослідні стави на третій день наповнення водою внесли маточну культуру дафнії із розрахунку 1,0 кг/га [3]. Також продовж липня–серпня цьоголіток у дослідних ставах підгодовували зоопланктоном з домінуванням *Daphnia magna Straus*, який культивували у окремому ставі-культиваторі та садках, які були встановлені у ставах, всього за цей період у стави внесено по 65 кг/га дафній.

Фізіолого-біохімічні показники у цьоголіток коропа визначали в кінці вегетаційного періоду при облові ставів. Кров відбирали із серця риб за допомогою піпеток Пастера. Концентрацію гемоглобіну визначали гемоціанідним методом [4]. Кількість еритроцитів визначали в камері Горяєва. Визначення гематокриту проводили методом центрифугування. Вміст протеїну у м'язових тканинах коропів визначали на основі кількісного визначення загального азоту за допомогою методу Кельдаля на автоаналізаторі. Вміст жиру визначали методом екстракції, вміст сухої речовини — шляхом поступового висушування зразків при постійній температурі (100–105 °С) до отримання стабільної маси наважки.

Для вивчення стану антиоксидантрої системи цьоголіток коропа

використовували 10 % гомогенати тканин печінки. Досліджували концентрацію дієнових кон'югатів за методом, що ґрунтується на реакції оптичної густини гептанізопропанольного екстракту ліпідів [5]. Визначення концентрації ТБК-активних продуктів проводили спектрофотометрично за кольоровою реакцією з тіобарбітуровою кислотою [6]. Активність супероксиддисмутази — за визначенням відсотку гальмування реакції відновлення нітросинього тетразоліа в присутності феназинметасульфату [7]. Активність каталази — за зміною концентрації H_2O_2 [8]. Визначення вмісту білку проводили за методом Бредфорда [9].

Одержані цифрові дані опрацьовано статистично з використанням програмного пакету Microsoft Excel для персональних комп'ютерів, за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики з визначенням середніх величин (M), їх квадратичної похибки (m) та достовірності різниць, які встановлювали за t -критерієм Стьюдента.

Результати й обговорення

Відомо, що при вирощуванні цьоголіток коропа у ставах їх

забезпеченість природними кормами значно змінюється протягом вегетаційного сезону. Згідно з нашими дослідженнями спектру живлення цьоголіток, протягом першого місяця вирощування молодь коропа харчувалася переважно природними кормами, вміст яких у раціоні коливався від 64,7 до 92,3 %. Протягом липня частка природного корму у цьоголіток із контрольного ставу знизилась з 20,6 % до 2,1 %, а в цьоголіток у дослідних ставах була у 2,9–22,9 рази вищою. В серпні вміст природного корму у раціоні цьоголіток у дослідних ставах також був вищим у 9,0–13,6 рази, ніж у контрольній групі риб.

Гематологічні показники у риб є дуже чутливі на фактори довкілля та особливості годівлі, тому дозволяють об'єктивно оцінити фізіологічний стан організму в конкретних умовах вирощування [10]. Встановлено, що вирощування цьоголіток коропа при підвищеному вмісті природного корму в раціоні сприяє достовірному зростанню вмісту гемоглобіну на 23,1–23,4 % ($P < 0,01$, табл. 1).

Таблиця 1

Гематологічні показники крові цьоголіток любінського лускатого коропа ($M \pm m$, $n=6$)

Варіант досліді (вміст природного корму в раціоні в липні-серпні, %)	Маса риб, кг	Гемоглобін, г/л	Гематокрит, г/л	Еритроцити, $10^{12}/л$
Контроль (7,93±6,34)	0,033±0,0014	70,5±3,6	190,0±5,8	0,98±0,04
Дослід (38,60±11,86)	0,035±0,0012	87,0±2,1**	206,7±6,7	1,05±0,03
Дослід (39,90±14,08)	0,042±0,0016	86,8±1,9**	220,0±6,8**	1,03±0,04

Примітка: Тут і в наступних таблицях вірогідність відмінностей у порівнянні з відповідними показниками у контрольній групі: ** — $P < 0,01$

Відмічена також тенденція до збільшення кількості еритроцитів у крові дослідних цьоголіток, яка корелювала з показником відношення загальної кількості еритроцитів до плазми — гематокритом, що в одному із дослідних ставів був вищим на 8,8 %, а у другому — на 15,8 % ($P < 0,01$) порівняно з цьоголітками із контрольного ставу.

Біохімічні показники м'язової тканини риби доповнюють характеристику цьоголіток коропа, оскільки віддзеркалюють функціональний стан їх організму під впливом умов вирощування [11, 12]. Поряд з цим, в процесі риборозведення, важливим фактором є підготовка цьоголіток коропа до зимівлі, де одним із визначальних

чинників є вміст протеїну та жиру у м'язових тканинах [13].

Згідно з результатами біохімічних досліджень, за умови збагачення раціону цьоголіток коропа природними кормами покращується біохімічний склад м'язів,

оскільки зростає вміст сухої речовини за рахунок протеїну та жиру. Так, в м'язах цьоголіток коропа із дослідних ставів вміст сухої речовини був достовірно вищим на 6,5–7,4 % ($P < 0,01$) у порівнянні з цьоголітками із контрольного ставу (табл. 2).

Таблиця 2

Хімічний склад м'язів цьоголіток любінського лускатого коропа, г/кг ($M \pm m$, $n=6$)

Варіант дослід (вміст природного корму в раціоні в липні-серпні, %)	Суха речовина	Вміст на сиру речовину		
		Протеїн	Жир	Неорганічний залишок
Контроль (7,93±6,34)	201,0±0,9	145,0±0,6	38,0±0,7	17,0±0,9
Дослід (38,60±11,86)	216,0±1,2**	155,0±1,2**	44,0±0,6**	17,0±0,7
Дослід (39,90±14,08)	214,0±1,3**	153,0±0,9**	43,0±2,0	18,0±1,9

Вміст протеїну у м'язах цьоголіток коропа із дослідних ставів є вищим на 5,5–6,9 % ($P < 0,01$) відносно контрольної групи риб.

Вміст жиру в коропів у одному дослідному ставі невірогідно вищий на 13,1 %, в іншому — вищий на 15,8 % ($P < 0,01$) у порівнянні із цьоголітками з контрольного ставу. Показники вмісту неорганічного залишку у цьоголіток коропа із всіх вирощувальних ставів знаходились на однаковому рівні.

Високий рівень поживних речовин, особливо жиру, який нагромаджений у м'язовій тканині цьоголіток у дослідних ставах, свідчить про їх хорошу підготовку

до зимівлі і дозволяє прогнозувати високий вихід із зимівлі.

Прояву негативної дії вільних радикалів і перекисних сполук в організмі тварин запобігає антиоксидантна система, яка регулює інтенсивність утворення активних форм кисню та бере участь у знешкодженні продуктів перекисного окиснення ліпідів [14].

Важливими ферментами антиоксидантної системи є каталаза, яка розкладає пероксид водню, що утворюється у процесі окиснення, на воду і молекулярний кисень та бере участь у процесах клітинного дихання і СОД, яка захищає мембрани клітин організму тварин від шкідливої дії вільних радикалів.

Таблиця 3

Показники антиоксидантної системи у печінці цьоголіток любінського лускатого коропа ($M \pm m$, $n=3$)

Показники	Варіант дослід (вміст природного корму в раціоні в липні-серпні, %)		
	Контроль(7,93±6,34)	Дослід(38,60±11,86)	Дослід (39,90±14,08)
Каталаза, нмоль H_2O_2 /г хв *л	41,217±0,444	40,495±0,374	40,379±0,349
СОД, ум.од./хв на мг білка	2,781±0,351	2,866±0,149	3,326±0,404
Дієнові кон'югати, ммоль/л	1,537±0,144	1,504±0,182	1,497±0,259
ТБК, ммоль/л	1,154±0,130	1,111±0,075	1,058±0,037

Аналізуючи отримані результати, можна стверджувати, що хоча вірогідних відмінностей по жодному із вивчених нами показників не встановлено, збагачення раціону цьоголіток коропа природними

кормами сприяє підвищенню активності антиоксидантної системи в їх печінці. Так, про це свідчить дещо нижча активність каталази та вища на 3,1–19,6 % активність

СОД у печінці цьоголіток коропа із дослідних ставів.

Серед продуктів ПОЛ (перекисне окиснення ліпідів) слід виділити дієнові кон'югати, які утворюються переважно на першому етапі пероксидного окиснення ліпідів, та ТБК-активні продукти (малоновий діальдегід), що утворюються в організмі в результаті розриву поліненасичених жирних кислот активними формами кисню і є маркером ступеня ендогенної інтоксикації [15].

Згідно з нашими даними, вміст дієнових кон'югатів та ТБК-активних продуктів достовірно не змінювався у залежності від вмісту природного корму у раціоні, відзначалася лише тенденція до зниження їх вмісту при підвищенні забезпеченості цьоголіток коропа природними кормами.

За результатами обловів ставів, інтродукція *D. magna* у поєднанні із підгодівлею культивованим зоопланктоном забезпечила кращий ріст і ефективніше засвоєння зернового корму, завдяки чому середня маса цьоголіток коропа у дослідних ставів була вищою на 9,1–11,7 г, а затрати корму на приріст цьоголіток були нижчими на 12,5–15,6 % проти контрольного ставу. За рахунок вищої маси цьоголіток лускатого коропа рибопродуктивність дослідних ставів була на 33,4–48,5 % вищою, ніж контрольного ставу.

Висновки

У результаті проведених досліджень виявлено вірогідне зростання вмісту гемоглобіну та гематокриту у цьоголіток коропа при зростанні вмісту природного корму у раціоні.

Одночасно у цьоголіток із дослідних ставів відмічено вищий вміст у м'язах сухої речовини за рахунок зростання вмісту протеїну та жиру.

Збагачення раціону цьоголіток коропа природним кормом незначною мірою сприяло підвищенню активності антиоксидантної системи в печінці, про що

свідчить дещо нижча активність каталази та невірогідно вища активність СОД. При цьому рівень продуктів ліпопероксидації мав невірогідну тенденцію до нижчих значень на 2,2–8,3 %.

Проведені заходи із збагачення раціону цьоголіток коропа природним кормом сприяли зростанню рибопродуктивності дослідних ставів на 33,4–48,5 % та економії кормів на 12,5–15,6 %.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження на цих цьоголітках коропа продовжуються. Планується дослідити зимостійкість і особливості росту риб у дволітньому віці у зв'язку з вмістом природного корму у початковий період вирощування.

1. Pershina I. F., Shcherbina M. A. Usvoenie pitatel'nykh veshchestv i rost karpa pri dobavlenii k kombikormu estestvennoy pishchi [Assimilation of nutrients and growth of carp when added to mixed fodder natural food]. *VI vsesoyuzn. konf. po ekologicheskoy fiziologii i biokhimii ryb: tez. dokladov [VI All-Union. conf. Environmental Physiology and Biochemistry of fish: mes. reports]*. Vilnyus, 1985, pp. 42–44 (in Russian).

2. Kamlyuk L. V. Sezonnaya dinamika doli kormovogo zooplanktona v karpovykh prudakh s raznoy plotnost'yu vyrashchivaniya [The seasonal dynamics of forage part of zooplankton in carp ponds with different density]. *Voprosy rybnogo khozyaystva Belorusi: Sbornik nauchnykh trudov [Fish industry problem: collected transactions]*. Minsk, RUP «Institut rybnogo khozyaystva», 2008, no. 24, pp. 91–92 (in Russian).

3. Bogatova I. B. *Rybovodnaya gidrobiologiya [Aquaculture hydrobiology]*. Moscow, Pishchevaya promyshlennost, 1980. 168 p. (In Russian).

4. Derviz G. V., Vorobev A. I. Opredelenie gemoglobina fotoelektrokolorimetrom FEK-M. [Determination of hemoglobin photoelektrokolorimetrom Feck-M]. *Lab. Delo — Lab. work*, 1959, no. 3, pp. 16–19 (in Russian).

5. Stalnaja I. D. *Metod opredelenija dienovoj konjugacii nenasyshennykh vysshih zhirnykh kislot. Sovremennye metody v biokhimii.* [Method for determining diene conjugation of unsaturated higher fatty acids. Modern methods in

biochemistry.]. Moscow, Medicina, 1977. 63 p. (In Russian).

6. Korabejnikova S. N. Modifikacija vydelenija produktov perekisnogo okislenija lipidov v reakcii s TBK [Modification excretion of lipid peroxidation products in the reaction with TBA]. Lab. delo — Lab. work, 1989, no. 7, pp. 8–9 (in Russian).

7. Dubinina E. E., Sal'nikova L. F. Aktivnost' i izofermentnyj spektr superoksiddismutazy eritrocitov [Activity and isoenzyme spectrum of red blood cell SOD]. Lab. Delo — Lab. work, 1983, 10, pp. 30–33 (in Russian).

8. Koroljuk M. A., Majorova I. G., Tokarev V. E. Metod opredelenija aktivnosti katalazy [Method for determination of catalase activity]. Lab. delo — Lab. work, 1988, no. 1. pp. 16–18 (in Russian).

9. Bradford M. M. A rapid and sensitive method for the quatitation of microgram quantities of protein utiliring the principle of proteindye binding. *Aval. biochem.*, 1976, vol. 72, pp. 248–250.

10. Popov O. P. Primenenie gematologicheskogo analiza dlya kharakteristiki plemennykh grupp karpa [Application of hematological analysis to characterize the tribal groups of carp]. *VNIIPRKH Sbornik nauchnykh trudov — VNIIPRKH Collection of scientific works*, 1978, no. 20, pp. 188–199 (in Russian).

11. Romashko V. D. Vyrashhivanie segoletkov karpa na kormosmesjah pri razlichnom

urovne sodержanija kormov zhivotnogo proishozhdenija [Cultivation of carp of fingerlings kormosmesjah at different levels content of feed of animal origin]. *Avtofer. kand. dis* [Avtofer. candidate dis.]. Moscow, 1975. 16 p. (In Russian).

12. Eross Istvan. Effect of feeds on bodi composition of different carp strains. *Aquacult. Hung.*, 1982, 3, pp. 23–31.

13. Shcherbina M. A., Giryayev A. S., Kasatkina A. E. Vliyanie usloviy pitaniya molodi karpa (CYPRINUS CARPIO L.) i belogo amura (CTENOPHARYNGODON IDELLA VAL.) v letniy period na obmen veshchestv i vyzhivaemost' v zimnee vremya [Influence of conditions of nutrition of young carp (CYPRINUS CARPIO L.) and grass carp (CTENOPHARYNGODON IDELLA VAL.) in summer on metabolism and survival in winter]. *VNIIPRKH Sbornik nauchnykh trudov Voprosy fiziologii i kormleniya ryb — Collection of scientific works VNIIPRKH Questions physiology and feeding fish*, Moscow, 1999, no. 74, pp. 127–147 (in Russian).

14. Martinez-Alvarez R., Morales A., Sanz A. Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Fish Biology and Fisheries*, 2005, no. 15, pp. 75–88.

15. Kazimirko V. K., Maltsev V. I., Butyilin V. Yu., Gorobets N. I. *Svobodnoradikalnoe okislenie i antioksidantnaya terapiya* [Free radical oxidation and antioxidant therapy]. K., Morion Publ., 2004, 160 p. (in Ukrainian).