

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ АДАПТАЦІЙНО-КОМПЕНСАТОРНИХ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗМУ ГІДРОБІОНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

О. В. Гончарова, anelsatori@gmail.com, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

О. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

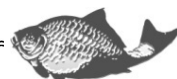
П. С. Кутіщев, kutishev_p@ukr.net, Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

Мета. Дослідити функціональний статус організму коропа *Syrprinus carpio* (Linnaeus, 1758) зокрема, антиоксидантної системи, активності каталази за умов додаткової підгодівлі біологічно активними речовинами у складі кормосуміші в якості адаптогену та коректора обмінних процесів.

Методика. Науково-практичну частину досліджень було виконано на базі науково-дослідних лабораторій «Перспективи аквакультури», «Фізіолого-біохімічні дослідження», «Екологічний і хімічний аналіз та моніторинг води» ХДАЕУ та у лабораторії ДУ «Херсонський виробничо-експериментальний завод з розведення молоді частикових риб». Експериментальна частина тривала 30 діб; упродовж цього періоду здійснювали візуальне спостереження за рибою, відбір біологічного матеріалу для досліджень у відповідності до діючих методик у рибництві. Цитологічні дослідження крові проводили на мазках; використовували камеру-окуляр «Microted MDC-500-5Mп», також стабілізовану кров та сироватку. Для транспортування біологічного матеріалу до лабораторії використовували обладнання ThermoMix. Гідрохімічні параметри в резервуарах рециркуляційної аквакультуральної системи (РАС) досліджували експрес-методами (тестами) з відповідною фіксацією у робочому журналі. Реакцію та етологію коропа *Syrprinus carpio* на світло проводили з використанням цифрового обладнання та тесту LDT.

Результати. Отримані результати демонструють позитивний вплив кормового чинника в якості адаптогену та стимулятора росту — на перерозподіл метаболічної енергії в організмі коропа, що, в свою чергу, чинить стимулювальну дію на темпи розвитку та поліпшує загальний функціональний статус організму об'єкта науково-експериментального дослідження. Представлено результати досліджень морфо-функціональних, біохімічних параметрів крові *Syrprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в онтогенезі при вирощуванні в рециркуляційних аквакультуральних системах на фоні впровадження елементів вдосконалення технологічних аспектів при поліпшенні адаптаційних можливостей організму риб. Встановлено, що суміш біологічно активних речовин природного походження до загальногосподарського раціону сприяє збільшенню середньої маси тіла *Syrprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в дослідній групі, поліпшує параметри гомеостатичної рівноваги в порівнянні з рибою в контрольній групі. Отримано позитивні результати науково-експериментального дослідження щодо використання в якості адаптогену добавки, що було вивчено з метою активації захисних

© О. В. Гончарова, О. Sekiou, П. С. Кутіщев, 2021



механізмів, метаболічних процесів гідробіонтів при постійному або систематичному впливі стрес-чинників технологічного характеру. У результаті науково-експериментального дослідження встановлено, що в дослідній групі *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) маса тіла, вихід, загальна кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну, загальний білок, рівень активності каталази перевищували параметри в контрольній групі. Отримані результати надають можливість відмітити активацію антиоксидантної системи, перебудову фізіолого-біохімічних процесів, систем мобілізації в організмі коропа в дослідній групі.

Наукова новизна. Встановлено корегуючу дію суміші біологічно активних речовин при введенні до загальногосподарського раціону щодо метаболічних процесів, адаптаційної здатності організму риб, а також підвищення резистентності організму в цілому. За умов впровадження до технологічної схеми вирощування в якості адаптогену кормового чинника природного походження на тлі впливу технологічних стрес-чинників зафіксовано кореляційний зв'язок морфо-функціональних, біохімічних параметрів крові коропа та стрес-маркерів. У результаті введення до загальногосподарського раціону коропа біологічно активних речовин природного походження з вираженою адаптаційною та корегуючою фізіолого-біохімічними параметри дією, відбувається поліпшення адаптаційної здатності, активація антиоксидантної системи на тлі дії технологічних чинників.

Практична значимість. Представлено результати науково-експериментальних досліджень функціонального статусу організму коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічних чинників. Вивчено параметри розвитку коропа в онтогенезі при вирощуванні в рециркуляційних аквакультуральних системах на фоні впровадження різнорівневих елементів вдосконалення технологічних аспектів. Результати демонструють позитивний вплив біологічно активних речовин, що входять до складу кормосуміші, зокрема, активацію швидкості росту, підвищення маси тіла, виходу.

Ключові слова: функціональний стан організму коропа, адаптаційно-компенсаторні параметри, швидкість розвитку, рециркуляційні системи, технологічні чинники.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF ADAPTATION- COMPENSATORY PROCESSES OF HYDROBIONTS UNDER THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL FACTORS

O. Honcharova, anelstori@gmail.com, Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson

O. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

P. Kutishchev, kutishev_p@ukr.net, Kherson State Agrarian-Economic University, Kherson

Purpose. To study the functional status in the body of the common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) after the addition of biologically active substances in feed composition as an adaptogene and corrector of metabolic processes including the antioxidant system, catalase activity in carp body.

Methodology. The experimental part of the study was performed at the laboratory of the Scientific and Research Laboratory "Aquaculture Perspectives", Scientific and Research Laboratory of "S. Pentelyuk Physiological and Biochemical Studies", Scientific and Research Laboratory of Ecological and Chemical Analysis and Water Monitoring of the State Education Institution "Kherson State Agrarian and Economical University" and at the laboratory of the "Kherson Production and Experimental Hatchery of Ordinary Fish Breeding". The duration of the experimental part was 30 days. During this period, visual observation of the fish was carried out, biological material was collected for the study in accordance with the current methods in fish farming. Cytological studies of blood were carried out on smears using Micromed MDC-500-5MP eyepiece camera. ThermoMix



equipment was used to transport biological material to the laboratory. The hydrochemical parameters in tanks of the recirculating aquaculture system (RAS) were investigated by express methods (tests) with the corresponding recording of results in the work journal. The reaction and ethology of the common carp *Cyprinus carpio* to the light was carried out using digital equipment and a LDT test.

Findings. The obtained results demonstrated the positive effect of the feed factor as an adaptogene and growth stimulator on the redistribution of metabolic energy in the carp body, which in turn had a stimulating effect on the development rate and improved the general functional status of the fish body. The paper presents the results of morpho-functional, biochemical parameters of carp blood in ontogenesis when grown in recirculating aquaculture systems against the background of the application of elements to improve technological aspects while improving the adaptive capabilities of the fish body. It was found that the feed factor, when introduced into the general economic ration, promoted an increase in the average carp body weight in the experimental group, improved the parameters of homeostatic equilibrium in comparison with fish in the control group. Positive results of a scientific and experimental study on the use of the additive as an adaptogene were obtained; it was studied with the aim of activating protective mechanisms, metabolic processes of aquatic organisms under constant or systematic exposure to stress factors of a technological nature. The study showed that the body weight, yield, total number of erythrocytes, hemoglobin content, total protein, and the level of catalase activity in the experimental groups of fish exceeded these parameters in the control group. The results obtained allowed noting the activation of the antioxidant system, the restructuring of physiological and biochemical processes, mobilization systems in the carp body in the experimental group.

Originality. We found a correcting effect of the feed factor on metabolic processes, the adaptive capacity of the fish organism, as well as an increase in the resistance of the body as a whole. After implementing the technological scheme of cultivation of a feed factor of natural origin as an adaptogene against the background of the influence of technological stress factors, we found a correlation between the morpho-functional, biochemical parameters of carp blood and stress markers. Addition of biologically active substances of natural origin with a pronounced adaptive and correcting physiological and biochemical parameters into the general diet of carp improved the adaptive capacity. The antioxidant system was activated against the background of the action of technological factors.

Practical value. The results of scientific and experimental studies of the functional status of carp body under the influence of technological factors were presented. Parameters of the development of carp in ontogenesis when growing in recirculating aquaculture systems against the background of the introduction of multilevel elements to improve technological aspects were studied. The results demonstrated the positive effect of biologically active substances in the feed mixture, in particular, activation of the growth rate, increase in body weight, and yield.

Key words: functional state of the carp body, adaptive and compensatory parameters, development rate, recirculation systems, technological factors.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИОННО-КОМПЕНСАТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗМА ГИДРОБИОНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Е. В. Гончарова, anelatori@gmail.com, Херсонский государственный аграрно-экономический университет, г. Херсон

О. Sekiou, omar.sekiou@univ-annaba.org, Environmental Research Center (C.R.E), Campus, Sidi Amar, Annaba, Algeria

П. С. Кутищев, kutishev_p@ukr.net, Херсонский государственный аграрно-экономический университет, г. Херсон



Цель. Изучить функциональный статус организма карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при условии дополнительного подкорма биологически активными веществами. Кормосмесь вводили в общий рацион в качестве адаптогена и корректора обменных процессов, в частности, антиоксидантной системы, активности каталазы.

Методика. Научно-практическая часть исследований была выполнена на базе научно-исследовательских лабораторий «Перспективы аквакультуры», «Физиолого-биохимические исследования», «Экологический и химический анализ и мониторинг воды» ХГАЕУ и в лаборатории ГУ «Херсонский производственно-экспериментальный завод по разведению молоди частиковых рыб». Продолжительность экспериментальной части составила 30 суток; в течение этого периода осуществляли визуальное наблюдение за рыбой, производили отбор биологического материала для исследований в соответствии с действующими методиками в рыбоводстве. Цитологические исследования крови проводили на мазках; использовали камеру-окуляр «Micromed MDC-500-5Мп», а также стабилизированную кровь и сыворотку. Для транспортировки биологического материала в резервуарах рециркуляционной аквакультуральной системы (РАС) исследовали экспресс-методами (тестами) с соответствующей фиксацией в рабочем журнале. Реакцию и этиологию карпа *Cyprinus carpio* на свет проводили с использованием цифрового оборудования и теста LDT.

Результаты. Полученные результаты демонстрируют положительное влияние смеси биологически активных веществ при введении в основной рацион в качестве адаптогена и стимулятора роста на перераспределение метаболической энергии в организме карпа, что, в свою очередь, оказывает стимулирующее действие на темпы развития и улучшает общее функциональное состояние организма объекта научно-экспериментального исследования. Представлены результаты морфо-функциональных, биохимических параметров крови *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в онтогенезе при выращивании в рециркуляционных аквакультуральных системах на фоне внедрения элементов совершенствования технологических аспектов при улучшении адаптационных возможностей организма рыб. Установлено, что смесь биологически активных веществ природного происхождения в условиях введения в общехозяйственный рацион способствует увеличению средней массы тела *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в опытной группе, улучшает параметры гомеостатического равновесия по сравнению с рыбой в контрольной группе. Получены положительные результаты научно-экспериментального исследования по использованию в качестве адаптогена добавки, что было изучено с целью активации защитных механизмов, метаболических процессов гидробиионтов при постоянном или систематическом воздействии стресс-факторов технологического характера. В результате научно-экспериментального исследования установлено, что в опытной группе *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) масса тела, выход, общее количество эритроцитов, содержание гемоглобина, общий белок, уровень активности каталазы превышали параметры в контрольной группе. Полученные результаты дают возможность отметить активацию антиоксидантной системы, перестройку физиолого-биохимических процессов, систем мобилизации в организме карпа в исследовательской группе.

Научная новизна. Установлено корректирующее смеси биологических веществ при введении в общехозяйственный рацион на метаболические процессы, адаптационную способность организма рыб, а также повышение резистентности организма в целом. В условиях внедрения в технологическую схему выращивания в качестве адаптогена кормового фактора естественного происхождения на фоне влияния технологических стресс-факторов зафиксирована корреляционная связь морфо-функциональных, биохимических параметров крови карпа и стресс-маркеров. В результате введения в общехозяйственный рациона карпа биологически активных веществ природного происхождения с выраженным адаптационным и корректирующим физиолого-биохимические параметры действием, происходит улучшение адаптационной способности, активация антиоксидантной системы на фоне действия технологических факторов.

Практическая значимость. Представлены результаты научно-экспериментальных



*исследований функционального статуса организма карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в условиях влияния технологических факторов. Изучены параметры развития карпа в онтогенезе при выращивании в рециркуляционных аквакультуральных системах на фоне внедрения разноразмерных элементов совершенствования технологических аспектов. Результаты демонстрируют положительное влияние биологически активных веществ, входящих в состав кормосмеси, в частности, активацию скорости роста, повышение массы тела, выхода.*

Ключевые слова: функциональное состояние организма карпа, адаптационно-компенсаторные параметры, скорость развития, рециркуляционные системы, технологические факторы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В аквакультурі стрімкий розвиток інтенсивних технологій сприяє відповідному формуванню адаптаційно-компенсаторних регуляторних механізмів в організмі гідробіонтів при їх адаптації до певних умов вирощування та розведення. Від організації нейрогуморальної регуляції в їх організмі залежить формування продуктивних властивостей, якість біологічної продукції, темп розвитку тощо [1, 12]. Безумовно, константи гомеостатичної рівноваги формуються на рівні специфічної відповіді впливу чималої кількості чинників різної природи: при інтенсивному вирощуванні гідробіонтів, зменшенні кормового коефіцієнту, прискоренні темпів росту, стимулюванні їх продуктивності, поліпшенні біохімічних якостей продукції, що надходить, наприкінці, до споживача. Послідовні процеси в такому циклі передбачають вплив постійних чинників, що за рівнем порогової дії можуть сприяти виникненню стресу у гідробіонтів (за умов відсутності оптимальних механізмів регуляції адаптаційних механізмів).

Транспортування, бонітування, контрольні зважування, технологічні маніпуляції підміни води, контролю експлуатації обладнання, корекція гідрохімічного режиму, підбір оптимального загальногосподарського раціону, введення нових компонентів, профілактичні прийоми та чимало інших заходів опосередковано впливають на всі процеси в організмі гідробіонтів, в тому числі, і резистентність, параметри гомеостатичної рівноваги тощо. Причому, важливим є той факт, що абіотичні та біотичні чинники є визначальними для гідробіонтів в даному контексті як при вирощуванні у рециркуляційних аквакультуральних системах, садках, так і природних акваторіях [2]. Крім того, актуальним є підрушення молоді риб з метою подальшого зариблення водойм різного призначення та цільового використання (комбінований спосіб).

Одним із важливих аспектів у вирішенні окресленого кола завдань може бути впровадження до технологічної схеми вирощування та підрушення на активних етапах розвитку біологічно активних речовин, що здатні сприяти перебудові метаболічних процесів на різних рівнях клітинної організації, поліпшувати функціональний стан органів та систем, чинити імунomodуючу, протекторну, адаптаційну дію. Провідним маркером є і активність протеолітичних ферментів та комплексів, стан антиоксидантної системи в організмі гідробіонтів.



ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

У доступних літературних джерелах чимало авторів демонструють результати науково-експериментальних, камеральних досліджень щодо удосконалення та створення нових способів поліпшення резистентності організму об'єктів вирощування до впливу різних чинників, що неможливо уникнути при промисловому вирощуванні. При цьому біологічні добавки, елементи, що входять до складу, значною мірою корегують не лише обмінні процеси, а й якість отриманої продукції наприкінці етапу вирощування [6, 9, 11].

Корекція неспецифічної реакції організму на вплив чинників різної природи, перебудова захисних механізмів, балансування констант гомеостатичної рівноваги: всі способи залежать від рівня адаптаційних можливостей організму. За відсутності грамотного підходу гідробіонти будуть зазнавати систематичного або постійного стресу, що може призвести до летального випадку (Selye, 1950). Загалом, за умов наявності подразника, що зумовлює стресову реакцію організму гідробіонтів, важливо ідентифікувати тип, фазу цього процесу. Фізіологічний стрес, або еустрес, та патологічний, або дистрес [7, 13]. Від кожного типу в онтогенезі в організмі гідробіонтів достатньо з реактивної реакцією може відбуватися адаптація до певного чинника. В такому випадку використання адаптогенів надасть можливість лабільно скорегувати перебіг обмінних процесів, активувати або виступити інгібітором.

У наукових працях відмічено позитивні результати введення неагресивних речовин, природного походження до загальногосподарського раціону об'єктів вирощування. В такому випадку зберігаються і якісні характеристики продукції, що вже наприкінці надходить до споживача. Досвід практичного використання біологічно активних речовин має позитивні результати щодо стабілізації імунологічної реакції організму, активації білкового, вуглеводного обмінів, що відображається на високих показниках росту, середньодобових приростів, виходу молоді тощо. Безумовно, поліпшення функціонального стану організму знаходиться в кореляції з переліченими параметрами [4, 10]. Більшість результатів досліджень відображають такий зв'язок параметрів, а організм розглядається як цілісна система, нейрогуморальна регуляція якої адаптується в залежності від «стимулу» впливу (подразника, технологічного чинника тощо) [3, 8]. Саме на таких основах формується схема підгодівлі щодо застосування пробіотичних, гормональних добавок, фітопрепаратів, профілактичних заходів. Важливим аспектом, що окреслюють більшість науковців, практиків — здатність адаптації організму в цілому до мінливих умов існування гідробіонтів. Безумовно при підборі біологічно активних добавок, кормосуміші фахівець має враховувати індивідуальну чутливість об'єкта до таких компонентів, його пластичність, рівень нейрогуморальної регуляції процесів в організмі риб, що проявляють певну реакцію за певних умов. У цьому аспекті тематика роботи набуває актуальності. Новизна отриманих науково-експериментальних результатів досліджень даної роботи полягає в тому, що вперше вивчено та встановлено позитивну комплексну дію біологічно активних складових кормосуміші природного походження при підгодівлі коропа у відсотковому співвідношенні: ефірна олія суцвіть *Lavandula hybrida* Rev. (10%) : *Spirulina Platensis* (73%) : *Artemia salina* (15 %) : наночастинки оксиду заліза (2%). У відповідності до тематики досліджень, було



сформовано мету та логічно-послідовні завдання: дослідити вплив суміші біологічно активних речовин природного походження при введенні до загальногосподарського раціону коропа на показники розвитку коропа, середню масу тіла, коефіцієнт вгодованості; проаналізувати фізіолого-біохімічні параметри, зокрема, морфо-функціональні, біохімічні показники крові в організмі коропа за умов підгодівлі кормосумішю.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Експериментальна частина роботи реалізувалась в лабораторії ДУ «Херсонський виробничо-експериментальний завод по розведенню молоді частикових риб» та НДЛ ХДАЕУ «Перспективи аквакультури», НДЛ «Фізіолого-біохімічних досліджень ім. Пентелюка С.І.», НДЛ з екологічного і хімічного аналізу та моніторингу води ХДАЕУ. В результаті був сформований план здійснення експериментальних досліджень, обробка, порівняльний аналіз доступної літератури, монтаж (РАС). Рибу було розподілено за принципом груп-аналогів у рибницькі басейни РАС: перший — контрольний, другий — дослідний загальним об'ємом 500 м³, по 200 екз. цьоголіток коропа в кожний. Експериментальна частина тривала 30 діб та складалася з розділених умовно трьох етапів (перший — тиждень), другий — два тижні, третій — тиждень), упродовж яких здійснювали відбір біологічного матеріалу, дослідження в умовах лабораторії з дотриманням загальноприйнятих нормативів, вимог у рибництві при постановці експериментальної частини [5]. Кров із серця та хвостової вени отримували за допомогою пастерівської голки та гепаринізованого шприца. Методики аналізу відповідали загальним вимогам. Активність каталази визначали спектрофотометричним методом, на основі здатності перекису водню утворювати стійке забарвлення з реагентом. Біохімічний аналіз активності аланінамінотрансфераза (АЛТ), аспартатамінотрансфераза (АСТ), концентрації глюкози, вмісту загального білка здійснювали в умовах лабораторії на аналізаторі «Humalyzer 3000» з використанням уніфікованих наборів Human GmbH. Додаткове дослідження щодо етології коропа та реакції на світло проводили з використанням цифрового обладнання та тесту LDT (light dark test) з параметрами освітлення 350 лк, 3 хвилини адаптації об'єкта, 5 хвилин — змінною дією освітлення з використанням ламп JBLSolar Ultra Color T5, ЛЛТ5 в умовах лабораторії кафедри. Цитологічні дослідження лейкоцитарної формули проводили на мазках крові, забарвлених за методом Романовського-Гімза при збільшенні об'єктиву 40^x з використанням камери-окуляр «Micromed MDC-500-5Мп». Використовували також ThermoMix, ULAB 102. Гідрохімічний моніторинг РАС проводили систематично експрес-методами та за потребою у лабораторних умовах з фіксацією результатів у робочому журналі. Темп розвитку коропа вивчали шляхом контрольних зважувань, систематичних спостережень з відповідною фіксацією у робочому журналі та обробкою отриманих даних. В якості чинника, що сприяв активації адаптаційних механізмів в організмі коропа був обраний температурний режим середня температура у басейнах складала 23,2°C (мінімальне значення 22,8°C, максимальне — 23,6°C) та рівень води у кожному басейні РАС по 250 м³. Кормосуміш природного походження, яку додавали до загальногосподарського раціону коропа дослідної групи мала наступний склад: ефірна олія суцвіть *Lavandula hybrida* Rev. (10%), *Spirulina platensis* (73%), *Artemia salina* (15%), наночастинки оксиду заліза (2%). На фоні



загальногосподарського раціону для коропа вводили кормову суміш з розрахунку 200 мг/кг маси тіла риби тричі впродовж дня, після тижня двічі (8:00 та 13:00). На основі рекомендацій з постановки експериментальних досліджень, у відповідності до розробленої схеми здійснювали коливання температури води (знижуючи значення показника шляхом регулювання фіксованого значення обігрівача з 23,2 до 19,5°C) та змінювали рівень води при здійсненні її підміни у резервуарах на 1/3 від загального об'єму. При цьому було сформовано контрольну та дослідну групи, з однаковою кількістю риби (200 екз. цього літоку коропа середньої масою на початку експерименту першого етапу 27,9 г) за принципом груп-аналогів. Упродовж періодичного використання окреслених технологічних чинників в якості подразників дослідній групі додатково було введено до загальногосподарського раціону розроблену та апробовану у підготовчий етап біологічно активну кормову добавку. Всі технологічні вимоги було дотримано у відповідності до стандартів та нормативних рекомендацій годівлі гідробіонтів.

Отриманні результати було оброблено у програмі Microsoft Excel з використанням Statistica. Всі маніпуляції з об'єктом науково-експериментального дослідження проводили з дотриманням правил «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Експериментальним шляхом були отримані результати щодо впливу кормосуміші з біологічно активних речовин природного походження як адаптогену, коректора метаболічних процесів в організмі коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при вирощуванні у рециркуляційних аквакультуральних системах (РАС) на фоні впливу різних чинників технологічного характеру. В таблиці 1 представлено результати середніх значень гідрохімічного стану резервуарів РАС при проведенні експериментального дослідження.

Таблиця 1. Умови гідрохімічного режиму РАС при проведенні експериментальної частини дослідження

Table 1. Conditions of the hydrochemical regime of the RAS during the experimental follow-up

Параметри / Parameters	Фактичне значення / Actual value
Температура води, °C / Water temperature, °C	23,2±0,41
pH / pH	7,1±0,12
Концентрація кисню, мг/дм ³ / Oxygen concentration, mg/l	3,9±0,14
Амоній NH ⁴⁺ , мг/дм ³ / Amonium NH ⁴⁺ , mg/dm ³ l	0,12±0,311
Нітрати NO ³⁻ , мг/дм ³ / Nitrates NO ³⁻ , mg/dm ³ l	0,15±0,241
Нітрити NO ²⁻ , мг/дм ³ / Nitrites NO ²⁻ , mg/dm ³ l	0,03±0,04
Окисненність, мг O/дм ³ / Oxidation, mg O/dm ³	13,5

Інтегральним показником функціонального стану організму об'єкта дослідження є вивчення морфо-функціонального, біохімічного стану крові. За



основними параметрами було проаналізовано синтетичну функцію білкового обміну, кровотворної функції в організмі коропа (табл. 2). Морфофункціональний стан крові коропа під час використання стрес-чинника (зменшення температури та рівня води у басейнах РАС) мав різну клінічну картину в контрольній групі та в групі, де риба додатково отримувала при підгодівлі кормосуміш в якості адаптогену. Ймовірно, що синтетичні процеси кровотворних органів в організмі дослідної риби відбувалися більш активно, параметри відповідали фізіологічним рекомендаціям для коропа. Організм коропа з дослідної групи мобілізувався, забезпечуючи активну роботу систем щодо підтримки гомеостатичної рівноваги. Загальна кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові риби дослідної групи перевищували значення в контрольній на 36,8% та на 13,8 відповідно ($p \leq 0,05$).

Таблиця 2. Функціональний стан організму коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічних чинників при вирощуванні у РАС ($M \pm m$, $n=30$)

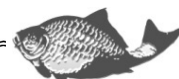
Table 2. Functional state in the body of carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors when grown in RAS ($M \pm m$, $n = 30$)

Параметри / Parameters	Група / Group	
	Контрольна / Control	Дослідна / Experiment
Кількість еритроцитів, Т/л / Erythrocytes (RBC) (T/l)	1,9±0,17	2,6±0,12*
Вміст гемоглобіну, г/л / Hemoglobin, g/100ml	70,1±2,87	79,8±1,12*
Гематокрит, % / Hematocrits (Packed cell volume), %	45,4±0,10	46,9±0,21
Загальний білок, г/л / Total protein, g/l	38,4±0,11	46,7±0,07*
Глюкоза, ммоль/л / Concentration of glucose, mol/l	16,32±1,20	27,2±1,11
СОЕ, мм/год. / ESR, mm/h.	3,5	4

Примітка. * – $p \leq 0,05$ відносно показників контрольної групи.

Note. * – the difference between the indices is probable, $p \leq 0.05$.

Нижчі за фактичним значенням параметри в крові коропа з контрольної групи, зокрема, вміст гемоглобіну, можуть відбуватися шляхом блокування ферментативного комплексу, що забезпечує синтетичні процеси цього пігменту за умов впливу стрес-чинників. У результаті, відбувається зниження транспорту кисню на клітинному рівні, що відображено на інших параметрах. У дослідній групі тенденція є позитивною, що надає підстави відмітити ефективність адаптогену та його корегуючий вплив. Дослідження рівня каталази показало вищі значення на 12% ($p \leq 0,05$), ніж в контрольній групі. Слід відмітити, що впродовж всього науково-експериментального дослідження, в другому та третьому періоді вивчення вмісту даного параметру показало, що концентрація в контрольній групі (2,3 та 2,5 мкмоль/хв. × мг білка) була меншою, ніж в дослідній. Ймовірно, що каталаза здебільшого, накопичується в еритроцитах, тому її концентрація перевищувала контрольні значення з кореляційним зв'язком кількості еритроцитів (табл. 2, рис. 1). Концентрація загального білка, білкових фракцій є маркерними параметрами антиоксидантної системи: більшість параметрів чинять корелятивний вплив на темпи розвитку гідробіонтів (середня маса тіла,



коефіцієнт вгодованості, вихід тощо).

Дослідження вмісту білка та перерозподіл білкових фракцій надає комплексності дослідженням. Так, вміст білка в дослідній групі перевищував контрольні значення на 21,6% ($p < 0,05$). Оскільки білок є основою структурності клітин та тканин, мембран, комплексів імунного захисту, параметр є важливим та інформативним. Результати досліджень демонструють активніші синтетичні процеси, прискорення метаболічних процесів в дослідній групі. Технологічний чинник сприяє меншій активності перебігу білкового обміну, значному зниженню вмісту альбумінів у крові коропа. Додаткове згодування кормосуміші сприяє кращим адаптаційним можливостям організму риби, корекції метаболічних процесів.

Дослідження наступних параметрів функціонального статусу організму коропа продемонструвало різні фактичні значення в контрольній та дослідній групі, а, отже, і наявність впливу кормосуміші природного походження при стрес-реакціях організму гідробіонтів. Так, аланінамінотрансфераза (АЛТ) надає можливість вивчити рівень функціональності печінки, активність синтетичних процесів амінокислотного складу. Значення в сироватці крові АЛТ в дослідній групі ($1,92 \text{ ммоль/л} \times \text{г}$) перевищувало контрольні значення на 8,3%, що свідчить про активацію метаболічних процесів, синтетичних процесів в організмі риб. Наступний індикатор фізіологічного стану організму, параметр аспартатамінотрансфераза (АСТ) відображає рівень білкового обміну, його фактичне значення в дослідній групі було менше на 2,4% порівняно з контрольними — та складало $1,3 \text{ ммоль/л} \times \text{г}$). Якщо проаналізувати відсоткове співвідношення амінотрансфераз, то отримаємо коефіцієнт Рітса, який знаходиться у гранично допустимих фізіологічних межах — 1,5, та є інформативним параметром щодо функціональної активності, насамперед, печінки, серцево-судинної системи, процесів вивільнення амінотрансфераз.

Виходячи з результатів, представлених в таблиці 2, доповнити уявлення щодо впливу адаптогену на функціональний статус організму коропа за умов дії технологічних чинників, здатна концентрація глюкози в крові. Рівень вивільнення енергії та доступних депо в організмі коропа дослідної групи був вищим, ніж в контрольній. Відносно лейкоцитарної формули крові коропа, відмітимо, що контрольній та дослідній групах значення відповідали фізіологічній нормі. Втім, в дослідній групі була відмічена тенденція збільшення моноцитів, що може бути пов'язано з активацією моноцитарно-макрофагальної системи та мобілізації захисних сил організму риби.

Резистентність організму коропа до впливу чинників різної природи та можливість адаптуватися до них було досліджено за рівнем каталази, що відображало стан антиоксидантної системи в організмі. Результати додаткового введення компонентів кормосуміші до загального раціону коропа при створенні технологічного стресу продемонстрували позитивний вплив на перебіг метаболічних процесів у печінці, зокрема, на інтенсивність синтетичних реакцій трансформації компонентів при обміні речовин. Активність ферментативного комплексу за одним із маркерних параметрів — каталази печінки — дослідній групі була вищою, ніж в контрольній (рис. 1).



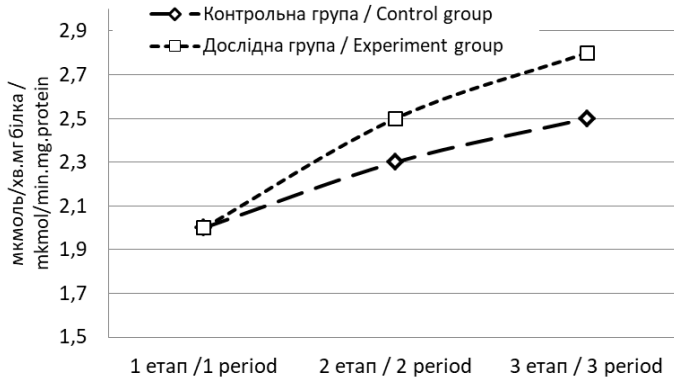


Рис. 1. Аналіз активності каталази печінки коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічного чинника, ($M \pm m$, $n=15$)

Fig. 1. Analysis of the activity of liver catalase of carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors, ($M \pm m$, $n = 15$)

Такі позитивні зміни сприяють і формуванню стану оксидативної системи при стресі різної природи та зумовлюють швидкість реакції системи антиоксидантного захисту організму коропа.

Додаткове дослідження етології коропа за умов світлової реакції LDT (light dark test) продемонструвало кращу адаптацію компенсаторних механізмів організму коропа в дослідній групі. Порівняльна характеристика швидкості рухової активності риби при світловому «стимулі» була найкраща в дослідній групі.

Результати дослідження темпу розвитку в онтогенезі коропа представлено на наступному рисунку 2.

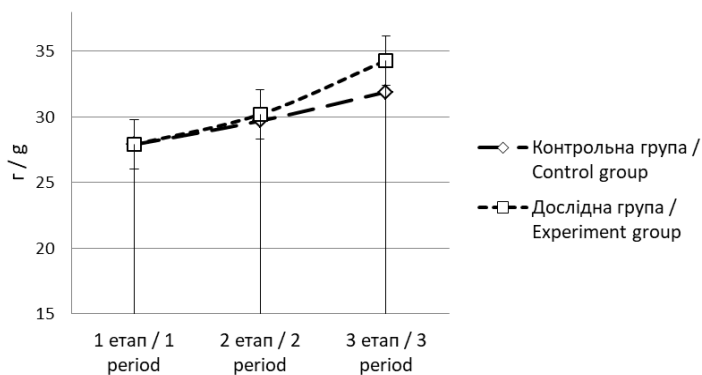
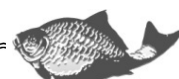


Рис. 2. Порівняльний аналіз темпів розвитку в онтогенезі коропа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічного чинника, ($M \pm m$, $n = 30$)

Fig. 2. Comparative analysis of the rate of development in the ontogenesis of the carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) under the influence of technological factors ($M \pm m$, $n = 30$)



Виходячи з отриманих результатів порівняння показника росту в контрольній (29,7±1,32 г) та дослідній групах (30,2±1,09 г), відмітимо, що на другому етапі розвитку різниця між групами за параметром, що вивчався становила 1,6%. Наприкінці додаткового згодування кормосуміші в дослідній групі коропа мав вищі показники швидкості росту (34,3±0,98 г): різниця між контрольними значеннями дорівнювала 8% ($p \leq 0,05$).

Абсолютний приріст маси тіла та відсоток виживання коропа були вищими в дослідній групі (6,4 г та 95% відповідно) в порівнянні з контрольними значеннями (4 г та 90,5% відповідно). При порівнянні коефіцієнта вгодованості також була відмічена позитивна динаміка в дослідній групі: наприкінці дослідження цей важливий в риборівництві параметр дорівнював 2,5 од., що перевищувало значення в контрольній групі. Крім того, візуальне спостереження за рибою продемонструвало більш згруповану поведінку коропа в дослідній групі, при захопленні корму риба була більш активною.

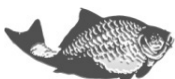
ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Використання кормосуміші до загальногосподарського раціону продемонструвало позитивні результати відносно темпів розвитку коропа, приростів, коефіцієнта вгодованості, виходу. Біологічно активні речовини, що входять до складу кормосуміші, чинять адаптаційну дію на комплекси різнорівневих синтетичних процесів, антиоксидантної системи в організмі коропа. Встановлено, що на тлі впливу стрес-чинників, що виникають при технологічних операціях, маніпуляції запланованого характеру при вирощуванні та розведенні риб, кормовий чинник сприяє поліпшенню адаптаційних можливостей організму та зміцненню резистентності коропа. Штучно створені умови стресової ситуації для нього (зміна температурного режиму, об'єму води у басейнах РАС) сприяють активації адаптаційно-компенсаторних механізмів у риб, що відображається на морфо-функціональних, біохімічних параметрах крові. Додаткове введення до ЗГР кормосуміші у співвідношенні: ефірна олія суцвіть *Lavandula hybrida* Rev. (10%) : *Spirulina platensis* (73%) : *Artemia salina* (15 %) : наночастинки оксиду заліза (2%) сприяє поліпшенню загального функціонального статусу організму коропа, що відображається на показниках розвитку.

Заплановано дослідження біохімічного складу м'язової частини, гістологічних особливостей травного каналу, печінки коропа за умов підгодівлі кормосумішшю природного походження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарова О. В., Тушницька Н. Й. Фізіологічне обґрунтування використання нетрадиційного методу обробки сировини в аквакультурі // Риборівництво України. 2018. № 1. С. 54—64.
2. Гончарова О. В., Параняк Р. П., Гутий Б. В. Функціональний стан організму прісноводних риб за умов впливу абіотичних чинників // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. 2019. Т. 21, № 90. С. 82—87. (Серія : Сільськогосподарські науки).
3. Дудкин С. И., Колесникова Л. В., Цема Н. И. Окислительный стресс и проблемы эмбриональной смертности ихтиофауны: неучтенный фактор



- ущерба естественному воспроизводству природных популяций в условиях хронического загрязнения водных экосистем // Междунар. науч. конф., Ростов-на-Дону : матер. Ростов-на-Дону, 2004. С. 49—51.
4. Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І. Перспективи використання мікрободоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес, 2008. 234 с.
 5. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос. 1969. 256 с.
 6. Ткачева И. В. Экономическая целесообразность применения пробиотиков при выращивании карпа // Эффективное животноводство. 2017. № 4 (134). С. 24—26.
 7. Яковлев Г. М., Новиков В. С., Хавинсон В. Х. Резистентность, стресс, регуляция / отв. ред. Медведев В. И. Ленинград : Наука, 1990. 238 с.
 8. Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress / Barcellos L. J. et al. // Aquaculture Research. 1999. Vol. 30 (6). P. 437—444.
 9. Pivovarov A. A., Mykolenko S. Yu., Honcharova O. V. Biotesting of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 4, № 10 (88). P. 44—50.
 10. The adaptogenic and neuroprotective properties of lithium ascorbate / Pronin A. V. et al. // Neuroscience and Behavioral Physiology. 2018. Vol. 48, № 4. P. 409—415.
 11. Honcharova O., Kutishchev P., Korzhov, Y. A Method to Increase the Viability of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) Stocking of the Aquatories Under the Influence Advanced Biotechnologies // Aquaculture Studies. 2021. P. 139—148. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_01.
 12. Honcharova O. V. et al. Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco - direction" // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10, № 1. P. 261—266.
 13. Vinogradov E. V., Simonov V. M., Recoubratsky A. V. Selection for Stress Resistance at Early Stages of Development in Common Carp. Aquacultural and Biological Characteristics of Offspring. Our Future Growing from Water. Berlin, Germany, october 7-10 // Aquaculture Europe. 2019. P. 1593—1594/

REFERENCES

1. Honcharova, O. V., & Tushnytska, N. I. (2018). Fiziologichne obhruntuvannya vykorystannia netradytsiinoho metodu obrobky syrovyny v akvakulturi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 54-64.
2. Honcharova, O. V., Paraniak, R. P., Hutyi, B. V. (2019). Funktsionalnyi stan orhanizmu prysnovodnykh ryb za umov vplyvu abiotychnykh chynnykiv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii im. S.Z. Gzhytskoho: Serii: Silskohospodarski nauky*, 21, 90, 82-87.
3. Dudkin, S. I., Kolesnikova, L. V., & Tsema, N. I. (2004). Okislitel'nyy stress i problemy embrional'noy smertnosti ikhtiofauny: neuchtennyy faktor usherba estestvennomu vosproizvodstvu prirodnykh populyatsiy v usloviyakh khronicheskogo zagryazneniya vodnykh ekosistem. *Mezhdunar. nauch. konf., Rostov-na-Donu: mater.* Rostov-na-Donu, 49-51.
4. Zolotarova, O. K., & Shniukova, Ye. I. (2008). *Perspektyvy vykorystannia mikrovodorostei u biotekhnologii*. Kyiv: Alterpres.



5. Plokhynskyi, N. A. (1969). *Rukovodstvo po byometryi dlia zootekhnykov*. Moscow: Kolos.
6. Tkacheva, I. V. (2017). Ekonomicheskaya tselesoobraznost' primeneniya probiotikov pri vyrashchivanii karpa. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 4 (134), 24-26.
7. Yakovlev, G. M., Novikov, V. S., & Khavinson, V. Kh. (1990). *Rezistentnost', stress, regulyatsiya*. Leningrad: Nauka.
8. Barcellos, L. J., Nicolaiewsky, S., De Souza, S. M. G., & Lulhier, F. (1999). Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, 30 (6), 437-444.
9. Pivovarov, A. A., Mykolenko, S. Yu., & Honcharova, O. V. (2017). Of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 44-50.
10. Pronin, A. V., et al. (2018). The adaptogenic and neuroprotective properties of lithium ascorbate. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 48, 4, 409-415.
11. Honcharova, O., Kutishchev, P., & Korzhov, Y. A. (2020). Method to Increase the Viability of *Cyprinus Carpio* (Linnaeus, 1758) Stocking of the Aquatories Under the Influence Advanced Biotechnologies. *Aquaculture Studies*, 21, 139-148. http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_01.
12. Honcharova, O. V., Paranjak, R. P., Rudenko, O. P., & Lytvyn, N. A. (2021). Biological substantiation of improvement of biotechnological map of production of aquaculture products "eco - direction". *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 261-266.
13. Vinogradov, E. V., Simonov, V. M., & Recoubratsky, A. V. (2019). Selection for Stress Resistance at Early Stages of Development in Common Carp. Aquacultural and Biological Characteristics of Offspring, october 7-10 Berlin, Germany. Our Future Growing from Water. *Aquaculture Europe*, 1593-1594.

