

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.1>

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОРГАНІЗМУ РИБ ЗА УМОВ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДРОЩЕННЯ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

*Гончарова О.В. – к. с.-г. н., доцент,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
anelsatori@gmail.com*

Здійснено комплексне дослідження загального функціонального статусу організму риб за умов підрощення в басейнах рециркуляційної модульної системи (РАС). Проаналізовані технологічні аспекти в схемі підрощення гідробіонтів з вектором виробництва продукції аквакультури, максимально наближеної до моделі «органічної». Науково-експериментальним шляхом обґрунтовано використання природних стимуляторів метаболічних процесів та адаптаційно-компенсаторних механізмів з метою підвищення рівня резистентності організму гідробіонтів. Здійснена комплексна оцінка щодо ефективності впровадження європейських інноваційних елементів в українську аквакультуру. Розглянуто та представлено до обговорення раціональності удосконалення та «технічного перезавантаження рибогосподарської галузі» в контексті формування стратегічного плану розвитку галузі у відповідності до вимог та потреб споживачів, сучасного ринку праці та ресурсного потенціалу галузі в цілому.

Результати отриманих досліджень відображають та надають змогу оцінити потенціал розвитку галузі в цілому за умов запропонованих технологічних елементів оптимізації виробництва продукції аквакультури. Презентовано інформаційний масив щодо сучасного стану та тенденцій розвитку технологій в аквакультурі з огляду інноваційних рішень та модернізації окремих технологічних ланок в аквакультурі при підрощенні гідробіонтів. Враховано тенденції розвитку органічної продукції («екологічно-безпечної») аквакультури, а також питання щодо дотримання європейських стандартів щодо «bien-être», «animal welfare». Здійснено комплексний аналіз вивчення впливу природних компонентів на функціональний статус організму гідробіонтів з акцентом та позитивну дію на перебіг фізіолого-біохімічних, морфофункціональних процесів.

Ключові слова: рециркуляційні аквакультуральні системи (РАС), гідробіонти, стимулятори метаболізму, технологічний чинник, фізіолого-біохімічні та гістологічні параметри.

Постановка проблеми. Одним із головних акцентів при розробках програм розвитку та відновлення ресурсного потенціалу водних ресурсів

завжди будуть технологічні аспекти. Враховуючи, що галузь аквакультури напряму пов'язана з живими об'єктами, екосистемою як середовища їх природного існування, можна відмітити провідні чинники впливу на ефективність ведення галузі. Умовно поділяючи їх на абіотичні та біотичні, завжди враховується, що перші ніколи не можуть співіснувати без корелятивного зв'язку, і навпаки [1, 2]. Гармонізація всіх параметрів надає можливість сформувати цілісну живу екосистему зі сталими показниками та певними трофічними відносинами в природних акваторіях. В контексті рециркуляційних систем, відмітимо, що об'єкти культивування вже знаходяться в певних умовах, створених у відповідності до їх адаптаційно-компенсаторних можливостей та відповідно біологічно-господарських особливостей.

Інноваційні технології, прагнення до оптимізації технологічних аспектів вирощування гідробіонтів в максимально короткочасний термін обумовлюють необхідність розробки, пошуку постійного удосконалення етапів підрощення, елементів раціону, враховуючи період онтогенезу гідробіонтів. Продовольча та сільськогосподарська організація об'єднаних націй (ФАО) спільно з асоціаціями представників ЄС протягом останніх років реалізують програми та проекти з вектором на екологічну безпечність продукції аквакультури, зменшенням ризиків впливу техногенних навантажень. В науково-практичній літературі фахівцями все більше робиться наголос на збільшенні об'ємів споживання риби в Україні за рахунок власного виробництва, впроваджуючи інтенсивні технології в галузі. Використовуючи сучасні підходи у виробництві нових інноваційних технологій, впроваджуючи елементи модернізації вже існуючих технологій, цілком реально забезпечити зростання об'ємів виробництва продукції аквакультури в декілька разів. Безумовно, одним із важливим аспектів є гармонізація належної нормативно-правової бази, стандартів щодо кожного етапу культивування, виробництва, переробки продукції аквакультури [3]. Лише за таких умов стає можливим значно підвищити ефективність ведення рибогосподарської галузі в цілому та реалізувати програму євроінтеграції української аквакультури.

При цьому важливим питанням є врахування фізіолого-біохімічних особливостей організму кожного об'єкта в аквакультурі. Технологічні аспекти можуть забезпечити значне поліпшення ефективності оптимізації процесу вирощування та розведення гідробіонтів за умов розгляду перш за все організму риб як комплексну функціональну систему з відповідними ланками забезпечення життєздатності. Власне фізіолого-біохімічні процеси за відповідними параметрами та рівнем толерантності є одними із провідних чинників формування гомеостатичної рівноваги в організмі гідробіонтів. Тому рівень пластичності певного виду гідробіонтів завжди забезпечує рівень адаптації до абіотичних та біотичних чинників.

В аквакультурі використання різних біологічно активних речовин, кормосумішей, нетрадиційних кормів є альтернативою гормональним та хімічним препаратам [4]. Оскільки важливим та актуальним завжди є і буде відповідність якісним параметрам готової продукції, яка надходить до споживачів. Питання раціональної годівлі, підгодівлі гідробіонтів завжди займає одне з перших місць в аквакультурі в контексті оптимізації технологічних процесів. За будь-яких умов в організмі риби перебіг фізіолого-біохімічних процесів відбувається шляхом нейрогуморальної регуляції. При цьому системи органів, процеси на різних макро- та мікрорівнях будуть відображати результат впливу технологічних чинників, на які організм риби буде рефлексувати [1, 5]. Отже, актуальності як в науковому, так і практичному контексті набувають питання комплексного дослідження щодо впливу технологічних чинників на функціональний статус організму гідробіонтів за умов їх підрощення в системах басейнового типу з рециркуляційною циркуляцією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оглядові роботи відображають все найчастіше позитивний ефект впливу на фізіологічні параметри риби нетрадиційних кормів, певних компонентів природного походження. Вивчення фізіолого-біохімічних процесів адаптації на фоні акліматизації гідробіонтів має велике значення для розуміння процесів саморегуляції організму гідробіонтів, його взаємодії з навколишнім середовищем під впливом біотичних та абіотичних чинників [1, 4, 6]. Рівень адаптаційних можливостей організму гідробіонтів при використанні нових для організму чинників є багаторівневим фізіолого-біохімічним процесом. При цьому відбувається взаємодія достатньо різних складових, а кожний подальший перехід на новий рівень адаптації передбачає функціональну рухливість усіх попередніх складових. Якщо візуально фахівець може відмічати за умов впровадження технологічного чинника в процес підрощення риби підвищення або зниження маси тіла гідробіонтів, швидкості розвитку, продуктивності, то всередині організму всім трансформаціям передують складні процеси, які формують послідовну систему відповіді на дію певних чинників.

Перебіг процесів фізіологічної адаптації передбачає комплекс фізіолого-біохімічних механізмів пристосування організму, при цьому його трансформація відбувається послідовно як злагоджена єдина система. Впродовж цього процесу отримання високих параметрів розвитку риби залежить від фізіологічних, іхтіологічних, гідробіологічних та інших критеріїв. Багаторічними дослідженнями практично доведено, що існування у водному середовищі гідробіонтів та отримання від них біолого-екологічних показників в онтогенезі можна корегувати чинниками годівлі, гідрохімічного режиму, селекційно-плеємною роботою тощо [5, 7, 8]. Сучасні

дослідження переконливо свідчать про те, що природні компоненти у складі кормосумішей сприяють позитивним трансформаціям в організмі гідробіонтів з корелятивним зв'язком параметрів продуктивності та кількісних, якісних характеристик готової продукції аквакультури.

Наукові доробки авторів відображають результати експериментальних досліджень щодо дії синергізму концентрації біологічно активних речовин та морфометричних показників, стану тканин, систем органів, біохімічних параметрів в організмі гідробіонтів тощо. Причому чинники можуть бути різної природи та походження [1, 9, 10]. Окрім перелічених вище, доцільно додати техногенне навантаження, стрес, еколого-біологічну невідповідність умовам водної екосистеми існування гідробіонтів, генетичну невідповідність, іхтіопатологічні та інші процеси. Автори відмічають важливість дотримання загальноприйнятих європейських рекомендації та вимог при організації експериментальної частини роботи. Оскільки потенційний чинник впливу стресу є однією з умов невідповідності вимогам добробуту (благополуччя) об'єкту досліджень щодо “*bien-être*”, “*animal welfare*” [11]. Тому актуальним є питання в даному контексті щодо рекомендацій авторам враховувати при кожній науково-дослідній роботі окреслені аспекти.

В літературних джерелах автори відмічають позитивну динаміку використання фітопрепаратів, мікроводоростей, природних кормів, продуктів – відходів спиртової промисловості (наприклад, зернової барди) в аквакультурі. Отриманні результати науково-дослідної роботи демонструють гепатопротекторну, імуномодельючу, активуючу метаболічні процеси дії. Позитивні результати використання фітопрепаратів у складі кормових сумішей для гідробіонтів в тому числі відображені у результатах аналізу складу крові у риб [12–16]. Загальновідомим є розуміння кореляції продуктивності та параметрів гомеостатичної рівноваги в організмі, зокрема біохімічного та морфофункціонального складу крові. Тому більшість досліджень вивчення ефективності певного препарату, речовин або добавок передбачають комплексні експерименти з моніторингом швидкості розвитку, параметрів складу крові, гістологічної оцінки обраних біологічних препаратів. Безумовно потенційний вплив стрес-чинників завжди сприятиме мобілізації внутрішніх сил організму гідробіонтів з метою подолання даного стану та перехід в оптимальне середовище зі стабілізацією гомеостатичної рівноваги. Як правило, використання адаптогенів або стимуляторів метаболічних, імунологічних процесів в організмі гідробіонтів є одним із позитивних способів [17–19].

Підсумовуючи, слід відмітити, що будь-яка постановка експерименту, спостереження з метою науково-дослідних обґрунтувань, мають бути своєчасними та обов'язково всебічними. Науково-експериментальні

дослідження вітчизняних та іноземних авторів демонструють вагоме значення аналізу біохімічних, фізіологічних процесів за умов впливу абіотичних та біотичних чинників. Для досягнення мети у відповідності до тематики роботи було сформовано групи експерименту (Контрольна та Експериментальна). В кожній групі об'єктом дослідження був український лускатий короп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) по 40 екземплярів в кожній [20]. Модульна система басейнового типу з рециркуляцією водообігу та відповідними секціями фільтрації була впроваджена у схему підрощення рибопосадкового матеріалу з метою наступного зариблення акваторій резистентної молоддю. Задачі мали таку редакцію: комплексно оцінити запропонований спосіб підрощення коропа в полікультурі для зариблення акваторій резистентною молоддю. В даній роботі представлені результати щодо коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Визначити резистентність організму молоді коропа до дії абіотичних та біотичних чинників; дослідити гідрохімічний стан та фізіолого-біохімічні параметри. Доповнили результати аналізом гістологічних препаратів при камеральній обробці за допомогою авторського обладнання та оригінальних методик Козія М. С. щодо роботи з тканинами гідробіонтів тваринного походження.

Дослідження гідрохімічного стану водного середовища здійснювали шляхом систематичного відбору проб впродовж вегетаційного періоду. Аналіз проб води виконувався у відповідності до загальноприйнятих методик на базі науково-дослідних лабораторій: «Перспективи аквакультури», «Фізіолого-біохімічні дослідження», «Екологічний і хімічний аналіз та моніторинг води» ХДАЕУ та до місця, де заплановано захід зариблення (ставовий фонд Херсонського виробничо-експериментального заводу частикових риб). Експрес-методом визначали основні показники гідрохімії, користуючись оксиметром, рН-метром, кондуктометром, фотометром Palintest 7100. В басейнах РАС концентрація вільних іонів водню (рН) трималась впродовж досліджень в середньому на рівні 7,2; вміст кисню дорівнював 5,4 мг/л при середніх температурних значеннях від 22,1 до 24 °С; мінералізація – 360 мг/дм³; нітриту та нітрату – 0,08 та 1,1 відповідно. Основним чинником виступав технологічний кормовий фактор з додаванням у кормову суміш *Spirulina* (25 %) + *Nermetia illucens* (25 %). Крім того, у системі РАС було запроваджено додаткову біологічну фільтрацію з використанням рослин декоративного використання та агрокультур, також впровадили елементи альтернативного джерела енергії у вигляді сонячної мікропанелі та біореактора (розробленого раніше у співавторстві), де культивували мікрководорості [21]. Всі компоненти для підгодівлі культивували в умовах лабораторії водних біоресурсів та аквакультури ХДАЕУ сумісно з практичною базою рибовідтворювальних заводів Півдня України. Всі маніпуляції з об'єктом науково-експериментального дослідження прово-

дили з дотриманням правил «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Результати дослідження оброблено за допомогою статистичного програмного методу Past 3 (UK, 2017), представлені у вигляді середнього арифметичного значення, стандартного значення ($\bar{x} \pm SE$). При аналізі результатів значення відмінностей між вибірками оцінювали за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA), відмінності вважалися достовірними при $P < 0,05$.

Результати досліджень. Комплексна оцінка загального функціонального статусу організму коропа за умов впливу технологічних чинників удосконаленої РАС надала можливість встановити корелятивні зв'язки за досліджуваними параметрами. Отже, є підстави щодо корелятивного зв'язку маси тіла коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) в онтогенезі та загального вмісту креатиніну (рисунок 1).

У групі, де використовували додатково технологічний (кормовий) чинник при підрощенні коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), значення креатиніну в крові перевищували показник в контрольній групі. Виходячи з отриманих результатів, можна відзначити більш активні обмінні процеси, зокрема, у м'язовій тканині коропа з експериментальної групи. Власне, що підтверджується вищими значеннями маси тіла при контрольних зважуваннях гідробіонтів (рисунок 2, 3).

Виходячи з комплексного дослідження морфофункціональних параметрів та біохімічного складу крові коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) в онтогенезі в групі експерименту, можна відмітити, що метаболічна активність в організмі риб з експериментальної групи була вищою,

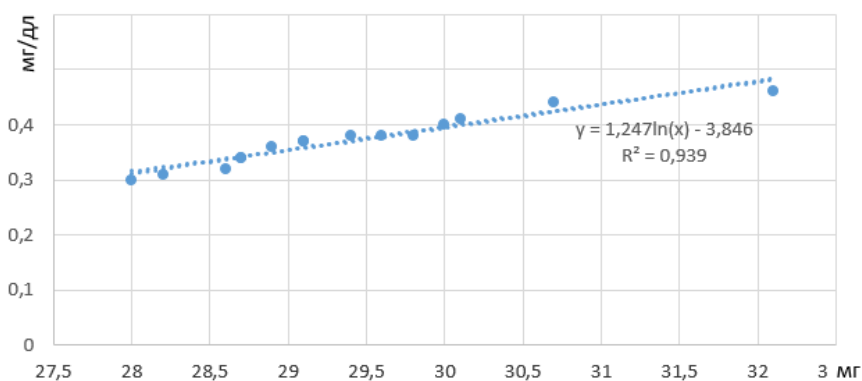


Рис. 1. Коефіцієнт апроксимації та логарифмічний зв'язок середньої маси тіла (мг) та вмісту креатиніну (мг/дл) у м'язовій тканині коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) за умов використання способу підгодівлі у басейновій системі РАС

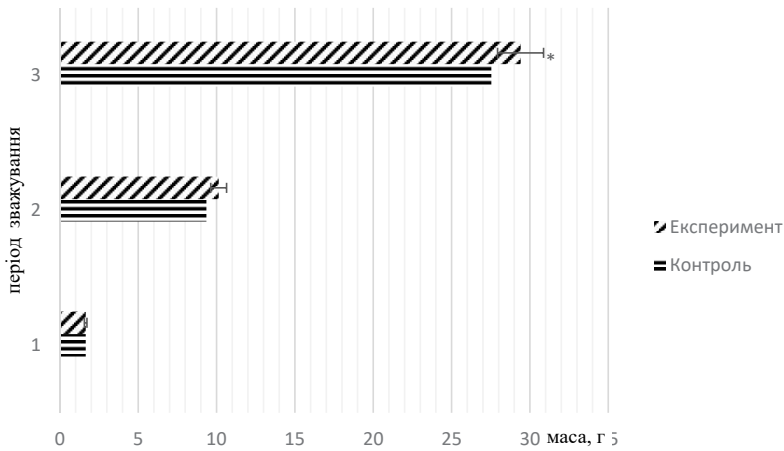


Рис. 2. Аналіз швидкості розвитку в онтогенезі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) перед зарибленням, $x \pm SE$, $n=40$

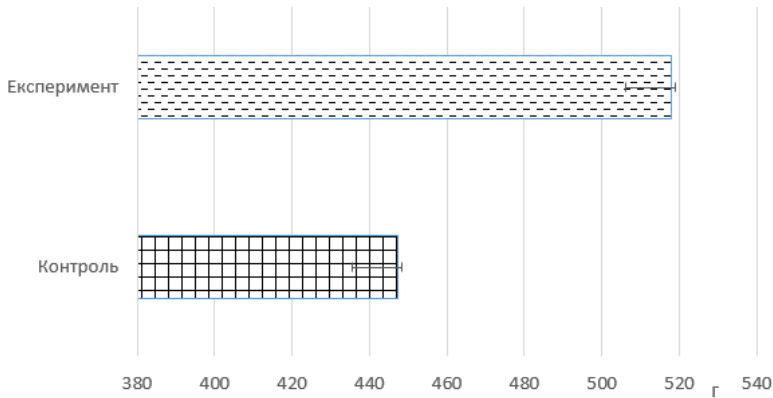


Рис. 3. Аналіз швидкості розвитку коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) після зариблення, $x \pm SE$, $n=40$

ніж у коропа в контрольній групі. Загальна кількість еритроцитів вірогідно перевищувала значення в контролі на 7,8 % ($P < 0.05$). Відповідно вищі значення були зафіксовані і за концентрацією гемоглобіну ($P < 0.05$ %). Мікрокорпускулярні індекси еритроцитів мали кореляційний зв'язок з морфофункціональними: індекси MCV (середнього об'єму еритроцитів), MCH (середнього вмісту гемоглобіну в еритроциті), а також MCHC (середньої концентрації гемоглобіну в еритроцитарній масі). Фізіолого-біохімічно є обґрунтованим, що у печінці риб за рахунок глікогенолізу починаються процеси продукції глюкози в результаті розщеплення вже накопиченого глікогену. Головними споживачами глюкози в організмі є формені елементи – еритроцити, мозковий шар нирок, жирова тканина, а також скелетні м'язи

гідробіонтів. Концентрації глюкози в крові коропа з експериментальної групи за фактичним значенням перевищувала значення в контрольній групі на 4,8 %. Цілком зрозуміло, що глюкоза є своєрідним депо у печінці риб та м'язовій тканині у формі глікогену. Тому аналіз вказаних параметрів є важливим та надає уявлення не лише про перебіг метаболічних процесів в організмі коропа.

Аналіз швидкості розвитку коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) за умов використання способу підрощення продемонстрував вищі значення середньої маси тіла, середньодобового приросту та відсотка збереженості (виходу), ніж в контрольній групі. На фоні окресленої позитивної динаміки коефіцієнт вгодованості перевищував значення в контролі на 2,3 %.

Після здійснення зариблення молоддю коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) ставив впродовж вегетаційного періоду здійснювали моніторинг за розвитком риб як з контрольної, так і експериментальної групи. Крім того, результати відбору м'язової частини для біохімічного аналізу продемонстрували вищі значення експериментальної групи. Доповнюють отримані результати і гістологічні зразки, представлені в даній роботі (рисунок 4). За умов використання кормового чинника сумарна кількість стромального компоненту м'язової тканини коропа онтогенезі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) може значно варіювати та безумовно, залежить від видоспецифічності. Втім, наприкінці корегує процесами рівень метаболічних реакцій в організмі. При підрощенні коропа використання додатково підгодовлі сприяє трансформаціям морфологічної картини гепатоцитів.

Жирова клітина (зрілі адипоцити) оточена найтоншим, ледь помітним шаром сполучної тканини з вузьким прошарком, що утворюється у м'язовій тканині. Сумарна кількість стромального компонента в м'язовій тканині коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) становила у середньому від 10 до 15 %.

Отже, базуючись на отриманих результатах комплексної науково-дослідної роботи, відмітимо, що додаткова підгодівля *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) перед зарибленням у басейнових системах РАС природними компонентами сприяла активації метаболічних процесів в їх організмі в порівнянні з рибою контрольної групи.

Висновки та пропозиції. Фізіологічно є обґрунтовано, що нейрогуморальна регуляція фізіолого-біохімічних процесів реалізується за допомогою складних різнорівневих механізмів, учасниками таких процесів є різні ферменти, гормони, які виступають інгібіторами або активаторами певного процесу. Природні компоненти кормової суміші, які додатково вводили до загального раціону коропа відігравали роль джерела енергії та активації ресурсного потенціалу в організмі риби. Тим самим вбудовуючись в ланки процесів різних обмінів активізували, поліпшували параме-

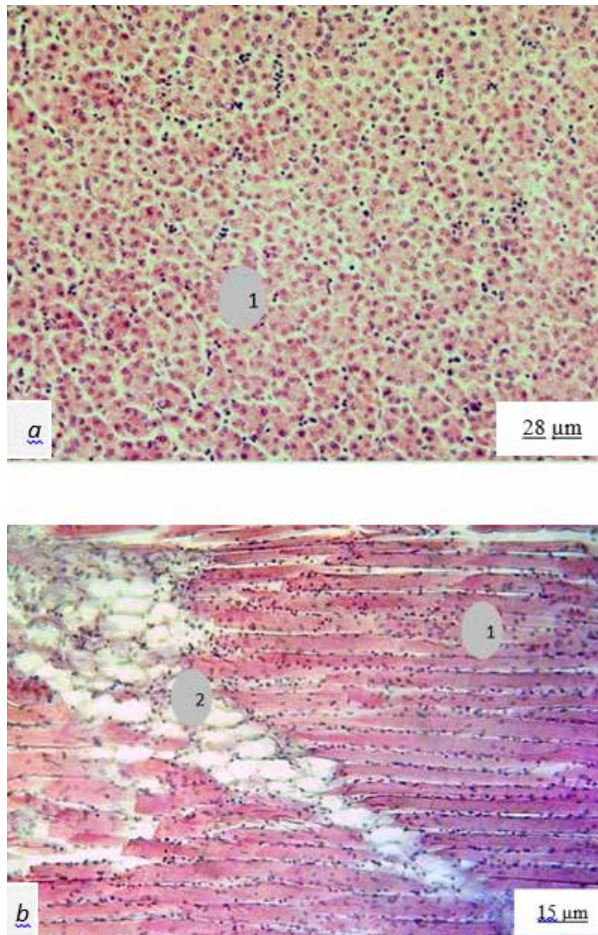


Рис. 4. Структура маргінальної зони паренхіми печінки коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) експериментальної групи (а): 1а – глікогеновмісні гепатоцити; жировий прошарок у червоній м'язовій тканині спинної частини тулуба коропа (б): поздовжній зріз: 1b – м'язове волокно; 2b – ендомізій з жировою тканиною. Коригуючий фільтр «ЖЗМ 2,5Х», Х90. Гематоксилін Бьомера, фукселін Харта (у модифікації)

три розвитку в онтогенезі. Короп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758), який був в експериментальній групі та додатково отримував кормову суміш, був більш активним, мав кращий екстер'єрний профіль та параметри швидкості розвитку в онтогенезі, ніж риба в контрольній групі. Безумовно на фоні позитивної динаміки доцільним буде взяти за мету на майбутнє здійснити економічну оцінку ефективності, базуючись на отриманих результатах та вихідних даних.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE FISH ORGANISM UNDER CONDITIONS OF IMPROVED GROWTH IN RECIRCULATION SYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF SOUTHERN UKRAINE

*Honcharova O.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University,
anelsatori@gmail.com*

A comprehensive study of the general functional status of the fish organism under conditions of growth in recirculation modular system (RAS) tanks was carried out. The technological aspects in the hydrobiont breeding scheme with the production vector of aquaculture products, as close as possible to the “organic” model, were analyzed. The use of natural stimulators of metabolic processes and adaptive-compensatory mechanisms in order to increase the level of resistance of the organism of hydrobionts has been scientifically and experimentally substantiated. A comprehensive assessment of the effectiveness of the introduction of European innovative elements into Ukrainian aquaculture was carried out. The rationality of the improvement and “technical reboot of the fishing industry” in the context of the formation of a strategic plan for the development of the industry in accordance with the requirements and needs of consumers, the modern labor market and the resource potential of the industry as a whole is considered and presented for discussion.

The results of the obtained studies reflect and make it possible to assess the development potential of the industry as a whole under the conditions of the proposed technological elements of optimizing the production of aquaculture products. An information array is presented on the current state and trends in the development of technologies in aquaculture with a review of innovative solutions and modernization of certain technological links in aquaculture in the cultivation of hydrobionts. Trends in the development of organic (“environmentally safe”) aquaculture products are taken into account, as well as the issue of compliance with European standards regarding “bien-être”, “animal welfare”. A comprehensive analysis of the study of the influence of natural components on the functional status of the organism of hydrobionts was carried out, with an emphasis on the positive effect on the course of physiological-biochemical, morpho-functional processes.

Keywords: recirculating aquaculture system (RAS), hydrobionts, metabolic stimulators, technological factor, physiological, biochemical and histological parameters.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарова О. В. Аспекти нейрогуморальної регуляції функціональної активності організму риб за умов впливу абіотичних та біотичних чинників (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 2, № 64. С. 83–108.
2. Averchev O. V., Bidnyna I. O., Bondar O. I. & Boyarkina L. V. etc. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. Collective monograph: Current state,

- challenges and prospects for research in natural sciences. Lviv-Toruń: Liha-Pres. 2019. P. 135–154.
3. Дюдяєва О. А., Бех В. В. Харчова безпека вітчизняної продукції аквакультури як гарантована передумова виходу на зовнішні ринки. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. Вип. 1. С. 44–60.
 4. Желтов Ю. О., Олексієнко О. О., Грех В. І. Використання деяких нетрадиційних кормів в годівлі різновікових груп коропа. *Рибогосподарська наука України*. 2016. Вип. 1. С. 102–105.
 5. Шерман І. М., Гончарова О. В. Еколого-фізіологічні основи акліматизації гідробіонтів: підручник: Олді+. Херсон. 2022. 130 с.
 6. Бех В. В., Марценюк В. П., Тушницька Н. Й. Перспективи використання білкових компонентів нетрадиційного походження в комбікормах для аквакультури (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2000. Вип. 2 № 52. С. 53–64.
 7. Mahmoud Alagawany, Ayman E., Taha Ahmed, Noreldin Khaled, A. El-Tarabily, Mohamed, E. Abd El-Hack. Nutritional applications of species of Spirulina and Chlorella in farmed fish: A review. *Aquaculture*, 2021. Vol. 542. P. 736841.
 8. Гриневич Н. Є. Вміст нітрифікуючих мікроорганізмів у воді реактора біофільтра установки замкнутого водопостачання за використання різних типів наповнювача. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19, № 82. С. 184–187.
 9. Honcharova O. V., Paraniak R. P., Hutyi B. V. Functional state of the body of freshwater fish under the influence of abiotic factors. *Scientific Bulletin of S. Z. Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology: Series: Agricultural Sciences*, 2019. Vol. 21 № 90. С. 82–89.
 10. Дехтярьов П. А., Євтушенко М. Ю., Шерман І. М. Фізіологія риб: підручник, Київ: Аграрна освіта. 2014. 315 с.
 11. Aquaculture-pour-tous. веб-сайт. URL: <https://fr.asc-aqua.org/laquaculture-pour-tous/pourquoi-avons-nous-besoin-dune-aquaculture-responsable/comment-protoger-la-sante-animale/> (дата звернення 10.04.2024).
 12. Bilan M. V., Lieshchova M. A., Brygadyrenko V. V. Impacts on gut microbiota of rats with high-fat diet supplemented by herbs of *Melissa officinalis*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia officinalis*. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2023. Vol. 14 № 2. P. 155–160.
 13. Usman U., Diyaware M. Y., Hassan M. Z., Shettima H. M. Effects of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seeds as a Substitute for Soya Bean on Growth and Nutrient Utilization of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Studies*, 2023. Vol. 23, P. AQUAST1298.

14. Honcharova O., Bekh V., Glamuzina B. Physiological and biochemical aspects of the carp organism in conditions of increasing their viability when stocking water bodies. *Animal Science and Food Technology*, 2023. Vol. 14, № 2, P. 28–43.
15. Zazharskyi V. V., Davydenko P. O., Kulishenko O. M., Borovik I. V., Brygadyrenko V. V. Antimicrobial activity of 50 plant extracts. *Biosystems Diversity*, 2019b. Vol. 27, № 2, P. 163–169.
16. Kouba A., Lunda R., Hlaváč D., Kuklina I., Hamackova J., Randak T., Kozák P., Koubová A., Buřič M. Vermicomposting of sludge from recirculating aquaculture system using *Eisenia andrei*: Technological feasibility and quality assessment of end-products. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 177. PP. 665–673.
17. Guerriero G., Garcia G. Stress biomarkers and reproduction in fish. *Fish environment*. 2018. Vol. 2. PP. 665–692.
18. Pratiwy F. M., Pratiwi D. Y. The potentiality of microalgae as a source of DHA and EPA for aquaculture feed: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2020. Vol. 8. № 4. PP. 39–41.
19. Ringo E., Olsen R. E., Gifstad T. Ø., Dalmo R. A., Amlund H., Hemre G.-I., Bakke A. M. Probiotics in aquaculture: a review. *Aquaculture Nutrition*, 2010. Vol. 16. PP. 117–136.
20. Свтушенко М. Ю. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Центр навчальної літератури (ЦУЛ). Київ. 2020. 350 с.
21. Спосіб активації вирощування рибопосадкового матеріалу за інноваційно-екологічною технологією: пат. 151119 Україна: МПК 2022.01, A01K 61/00. № u2021 05456; заявл.27.09.2021; опубл. 08.06.2022, Бюл. № 23.

REFERENCES

1. Honcharova O. V. (2023). *Aspekty neurohumoralnoi rehuliacii funktsionalnoi aktyvnosti orhanizmu ryb za umov vplyvu abiotychnykh ta biotychnykh chynnykiv (ohliad)* [Aspects of neurohumoral regulation of the functional activity of the fish organism under the influence of abiotic and biotic factors (review)]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. [Fisheries science of Ukraine]. Vol. 2(64), 83–108. [in Ukrainian].
2. Averchev O. V., Bidnyna I. O., Bondar O. I., Boyarkina L. V. etc. (2019). Current state, challenges and prospects for research in natural sciences Collective monograph. Chapter 7. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence Lviv-Toruń: Liha-Pres, 135–154.
3. Diudiaieva O. A., & Bekh V. V. (2020). *Kharchova bezpeka vitchyznianoï produktsii akvakultury yak harantovana peredumova vykhodu na zovnishni*

- rynky* [Food safety of domestic aquaculture products as a guaranteed prerequisite for entering foreign markets]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*. [Aquatic bioresources and aquaculture]. Vol. 1, 44–60. [in Ukrainian].
4. Zheltov Yu. Yu, Oleksiyenko O. O., & Grex V. I. (2016). *Vy`kory`stannya deyaky`x netrady`cijny`x kormiv v godivli riznovikovy`x grup koropa* [The use of some non-traditional feeds when feeding groups of different ages]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. [Fisheries science of Ukraine]. Vol. 1, 102–105. [in Ukrainian].
 5. Sherman I. M., Honcharova O. V. (2022). Ecological and physiological bases of acclimatization of hydrobionts: textbook: Oldi+. Kherson. [in Ukrainian]
 6. Bekh V., Martseniuk V., & Tushnytska N. (2000). *Perspektyvy vykorystannia bilkovykh komponentiv netradytsiinoho pokhodzhennia v kombikormakh dlia akvakultury (Ohliad)* [Outlook of using protein components of non-traditional origin in aquaculture feeds (Review)]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. [Fisheries science of Ukraine]. Vol. 2(52), 53–64. [in Ukrainian].
 7. Mahmoud Alagawany, Ayman E. Taha Ahmed, Noreldin Khaled, A. El-Tarabily, Mohamed E., Abd El-Hack (2021). Nutritional applications of species of Spirulina and Chlorella in farmed fish: A review. *Aquaculture*, Vol. 542, 736841.
 8. Grynevych N. E. (2017). *Vmist nitryfikuyuchykh mikroorhanizmiv u vodi reaktora biofil'tra ustanovky zamknutoho vodopostachannya za vykorystannya riznykh typiv napovnyuvacha* [The content of nitrifying microorganisms in the water of the reactor biofilter installation of closed water supply for the use of different types of filler]. *Scientific herald of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z.Gzhytsky Lviv*, Vol. 19(82), 184–187. [in Ukrainian].
 9. Honcharova O. V., Paraniak R. P., & Hutyi B. V. (2019). Functional state of the body of freshwater fish under the influence of abiotic factors. *Scientific Bulletin of S. Z. Gzhitsky Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology: Series: Agricultural Sciences*, Vol. 21(90), 82–89.
 10. Dekhtiarov P. A., Yevtushenko M. Yu., Sherman I. M. (2014). *Fiziolohiia ryb* [Physiology of fish]. Pidruchnyk. [Textbook]. Kyiv: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].
 11. Aquaculture-pour-tous URL: <https://fr.asc-aqua.org/laquaculture-pour-tous/pourquoi-avons-nous-besoin-dune-aquaculture-responsable/comment-protoger-la-sante-animale/>
 12. Bilan M. V., Lieshchova M. A., & Brygadyrenko V. V. (2023). Impacts on gut microbiota of rats with high-fat diet supplemented by herbs of *Melissa officinalis*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia officinalis*. *Regulatory Mechanisms in Biosystem*, Vol. 14(2), 155–160.
-

13. Usman U., Diyaware M. Y., Hassan M. Z., & Shettima H. M. (2023). Effects of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Seeds as a Substitute for Soya Bean on Growth and Nutrient Utilization of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Studies*, 23, AQUAST1298.
14. Honcharova O., Bekh V. & Glamuzina B. (2023). Physiological and biochemical aspects of the carp organism in conditions of increasing their viability when stocking water bodies. *Animal Science and Food Technology*, Vol. 14(2), 28–43.
15. Zazharskyi V. V., Davydenko P. O., Kulishenko O. M., Borovik I. V., & Brygadyrenko V. V. (2019b). Antimicrobial activity of 50 plant extracts. *Biosystems Diversity*, Vol. 27(2), 163–169.
16. Kouba A., Lunda R., Hlaváč D., Kuklina I., Hamackova J., Randak T., Kozák P., Koubová A., Buřič M. (2018). Vermicomposting of sludge from recirculating aquaculture system using *Eisenia andrei*: Technological feasibility and quality assessment of end-products. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 177, 665–673.
17. Guerriero G., & Garcia G. (2018). Stress biomarkers and reproduction in fish *Fish environ*, Vol. 2, 665–692.
18. Pratiwy F. M., & Pratiwi D. Y. (2020). The potentiality of microalgae as a source of DHA and EPA for aquaculture feed: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 8(4), 39–41.
19. Ringo E., Olsen R. E., Gifstad T. Ø., Dalmo R. A., Amlund H., Hemre G.-I. & Bakke A. M. (2010). Prebiotics in aquaculture: a review. *Aquaculture Nutrition*, Vol. 16, 117–136.
20. Yevtushenko M. Yu. (2020). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen. Navchalnyi posibnyk* [Methodology and organization of scientific research]. Tsentr navchalnoi literatury (TsUL). [Center for Scientific Literature]. Kyiv. [in Ukrainian].
21. *Sposib aktyvatsii vyroshchuvannia ryboposadkovoho materialu za innovatsiino-ekolohichnoiu tekhnolohiieiu* [The method of activating the cultivation of fish planting material using innovative ecological technology]: pat. 151119 Ukraine: MPK 2022.01, A01K 61/00. № u2021 05456; zaiavl.27.09.2021; opubl. 08.06.2022, Biul. № 23. [in Ukrainian].