

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.2.2>

КОМПЛЕКСНІ РІШЕННЯ СИНЕРГІЇ ДЕКІЛЬКОХ ФОРМ АКВАКУЛЬТУРИ ЗА МОДЕЛЮ МУЛЬТИТРОФІЧНОСТІ ЗІ ЗНИЖЕННЯМ ТИСКУ НА ЕКОСИСТЕМУ

¹Гончарова О. В. – к. с.-г. н., доцент,

²Бех В. В. – д. с.-г. н., професор,

¹Херсонський державний аграрно-економічний університет,

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
anelsatori@gmail.com, vitbekh@gmail.com

Здійснено багатокомпонентний аналіз ефективності впровадження у загальну схему підрощення рибопосадкового матеріалу технологічних аспектів з декількох форм ведення аквакультури (за принципом мультитрофічності). Науково-експериментальним шляхом обґрунтовано використання природних компонентів у схемі підрощення рибопосадкового матеріалу *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Hypophthalmichthys hybrid*, *Stenopharyngodon idella* в якості стимуляторів метаболічних процесів, адаптогенів з метою поліпшення загального функціонального рівня в організмі коропа в полікультурі. На фоні окреслених векторів, відмічено ефективне рішення щодо підвищення провідних параметрів продуктивності риб за умов оптимізації технологічної карти підрощення та розведення.

Здійснена комплексна оцінка щодо ефективності впровадження європейських інноваційних елементів екологічно-безпечного спрямування при реалізації вирощування та розведення риб в модульну систему української аквакультури. Розглянуто та представлено до обговорення раціональність використання синергії декількох форм ведення аквакультури з метою поліпшення провідних якісних та кількісних параметрів при провадженні рибогосподарської діяльності, а також зниженні тиску на екосистему. Результати отриманих досліджень відображають та надають змогу оцінити рівень використання потенціалу організму коропа в полікультурі для зариблення резистентною та життєздатною молоддю акваторій. Презентовано спосіб підрощення молоді коропа в полікультурі *Hypophthalmichthys hybrid*, *Stenopharyngodon idella* з вектором виробництва органічної продукції екологічно-безпечного спрямування в аквакультурі та ефективного впровадження технологічних чинників в якості оптимізаційних заходів (підрощення в рециркуляційних системах аквакультури та вирощування у ставах з можливістю зариблення акваторій). Здійснено комплексний аналіз та отримані позитивні результати щодо впливу природних компонентів на загальний функціональний статус організму риб з акцентом та стимуляції метаболічних, фізіолого-біохімічних процесів, підвищенні відсотка виходу, коефіцієнта вгодованості, а також на поліпшенні біохімічного складу м'язової частини у риб. Реалізовано ефект раціонального використання ресурсного потенціалу ставів, кормової бази та потенціалу молоді риб.

Ключові слова: удосконалення, синергія, екстенсивна та інтенсивна аквакультура, рециркуляційні аквакультуральні системи, стави, фізіолого-біохімічні параметри, продуктивність.

Постановка проблеми. На світовому рівні все має динамічність, трансформаційний контекст на фоні певних сталих аспектів. В галузі 20 Аграрні науки та продовольство напрям рибогосподарської діяльності передбачає багатокомпонентну «живу» систему з логічною послідовністю кожного процесу. Безумовно є базові, класичні поняття, на яких ґрунтується загалом рибогосподарська діяльність. Натомість, враховуючі тенденції до удосконалення технологічних аспектів, варто відмітити важливість врахування біологічних особливостей об'єктів вирощування та розведення, а також обирати вектор на раціональність їх використання [1, 2].

Рибогосподарська діяльність та відповідні технологічні процеси на кожному з етапів передбачають певний вплив на екосистему в цілому. Наприклад, виробництво кормів, інсталяція нових ферм – все це збільшує тиск на природне середовище у формі посиленого використання ресурсів та є потенційним джерелом органічного та неорганічного забруднення. В контексті процесу вирощування та годівлі, склад раціону, вміст поживних речовин, є одними із основних факторів, які формують вплив та рівень навантаження на екосистеми [3–5].

Набуває актуальності такі аспекти як комбіновані моделі ведення галузі, позитивні результати можуть бути досягнуті шляхом використання симбіотичної моделі, серед складових якої обирають годівлю (підгодівлю) природними компонентами, вирощування та розведення з щільністю посадки, сектори отримання джерел альтернативного протеїну в аквакультурі тощо. Втім, питання лишається відкритим та передбачає низку питань та задач, які постають перед практиками та науковцями в розрізі сучасності, інформаційних технологій та екологічного спрямування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В контексті презентованої до обговорення тематики роботи є результати науково-практичного характеру, які автори відмічають та обґрунтовують як позитивні з рекомендаційним характером. Зокрема, в літературі науковці відмічають, що напівінтенсивні форми ведення в аквакультурі збалансовують природні джерела корму та надають можливість отримати додаткові. Є експерименти, які показали достатньо ефективні результати використання кормів при вирощуванні коропа в полікультурі з впровадженням екологічності інтегрованого мультитрофічного спрямування. Дослідження показують, що такі форми оптимізації з вектором напівінтенсивного управління сприяють оптимізації загалом технологічної карти вирощування риби та поліпшують ріст, розвиток, а також використання доступних ресурсів [6].

Натомість, важливо враховувати, що за умов екстенсивної форми ведення потреби організму риб в протеїні можуть бути задоволеними лише тимчасово. Наприклад, посезонно, на час, коли зоопланктон у ставах буде в надлишку (за умов високих показників природної кормової бази, сприятливих умов для її формування).

Однак, коли біомаса планктону сезонно буде зменшуватись, нестача білка матиме кореляційний зв'язок зі складовими раціону при годівлі та відповідно, відобразатись на розвитку риби (сповільнювати її темпи росту тощо). У проти-вагу синергії двох форм: екстенсивної та інтенсивної, коли наявність постійного доступу до джерел протеїну забезпечуватиме збалансований амінокислотний профіль для організму гідробіонтів. Загальновідомо, що еколого-фізіологічні параметри ідентифікують метаболічні процеси в організмі гідробіонтів, ней-ро-гуморальні процеси, зокрема, гомеостатичну рівновагу [7–10].

За узагальнюючими даними, для української аквакультури короп (*Cyprinus carpio*) відіграє домінуючу роль в аквакультурі, що також від-мічається для Центральної та Східної Європи. Полікультура сприяє більш раціонального використовувати доступні ресурси та балансувати при пере-розподілі трофічних відносин в екосистемі [3, 11].

Автори відмічають в роботах, щодо практичної цінності викори-стання технологічних аспектів виробництва продукції рибництва в умовах з напівінтенсивної аквакультури. Напівінтенсивна технологія передбачає використання, в основному, при плануванні годівлі риб зернові культури, при удобренні – внесення гною для підвищення природної продуктивності ставків. В порівнянні з традиційними зерновими кормами в раціонах від-мічають ефективним використання альтернативних джерел енергії, проте-їну, перехід від зернових кормів до штучних на основі рибного борошна, рослинних кормів [12, 13]. Позитивними є варіанти вирощування таких моделей у полікультурі, як короп, товстолобики, білий амур, а також тила-пія. При цьому є можливість корегувати щільність посадки, терміни та способи підгодівлі тощо [14].

В наукових працях автори відмічають про симбіотичний ефект вико-ристання в якості об'єктів культивування *Oreochromis niloticus* та *Cyprinus carpio* в умовах рисових чеків, при використанні природних добавок для підгодівлі риби. При цьому спектр трофічних відносин раціонально розпо-діляється між гідробіонтами, забезпечуючи ефективність в використанні природної кормової бази та відсутності конкуренції [15–18].

Автори відмічають позитивні результати експериментальних дослі-джень щодо поліпшення продуктивності, розвитку корошових, тилапії, мармурового сома шляхом поєднання різних систем вирощування риби. Напівінтенсивна форма ведення аквакультури передбачає також викори-стання органічних та неорганічних добрив. В літературі дослідники відмі-чають та роблять акцент на інтегрованій формі напівінтенсивної системи, яка передбачає ефективне використання відходів сільського господарства, кормів, секторів при підрошенні тощо. За таких умов відбувається збіль-шення рівня первинної продуктивності, розчиненого кисню, кислотності та інших параметрів гідрохімічного режиму [19].

Отже, синергічний ефект в аквакультурі в контексті декількох форм ведення галузі сприяє збільшенню виробництва риби без ризику захворювань, а також поліпшенню природної кормової бази, якщо розглядати ставове вирощування та розведення гідробіонтів в поєднанні з басейнами рециркуляційних аквакультуральних систем (РАС), секторів та біореакторів культивування природного корму тощо [1, 4, 11, 20].

В наукових наробках автори роблять акцент на дослідженнях використання мультитрофічних модульних систем, напівінтенсивних форм. Науково-експериментальна робота передбачала дослідження ефективності використання синергії двох форм аквакультури на фоні впливу технологічного чинника підгодівлі природними компонентами (МСМТФ) рибосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) в полікультурі *Hypophthalmichthys hybrid* та *Stenopharyngodon idella*. Молодь риб вирощували у басейнах рециркуляційної аквакультуральної системи з відповідним дотриманням загальноприйнятих нормативів та рекомендацій у рибництві [21, 22].

Підгодовували на фоні загальногосподарського раціону відповідно етапам онтогенезу, температури водного середовища сумішшю зі спіруліни та чорної львинки плюс використання технологічних чинників, представлених нижче по тексту. Контрольна група отримувала годівлі без додаткових компонентів. Після підрощення коропа в полікультурі запускали у стави з наступним моніторингом провідних параметрів. Всі компоненти природного корму для підгодівлі отримували при культивуванні у відповідних секторах технологічної схеми. На цьому фоні також використовували елементи аквапоніки в якості біологічної фільтрації в тому числі з використанням рослин декоративного використання та агрокультур, також впровадили елементи альтернативного джерела енергії у вигляді сонячної мікропанелі та міні – моделі біореактора. Вже підрощеною, резистентною молоддю риб планували зариблення водойм. Аналізували природню рибопродуктивність ставів за умов використання діяльності модельної системи аквапоніки, культивування природного корму. Порівнювали ефективність впливу технологічних чинників в умовах ставів та РАС в комплексній модульній системі за принципом синергії декількох форм аквакультури з акцентом на мультитрофічності.

Дослідження гідрохімічного стану водного середовища здійснювали шляхом систематичного відбору проб. Аналіз та обробку отриманих проб виконували 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. Експрес-методом визначали основні показники гідрохімії, користуючись оксиметром, рН-ме-

тром, кондуктометром, фотометром Palintest 7100. В басейнах РАС концентрація вільних іонів водню (рН) трималась впродовж досліджень в середньому на рівні 7,4-7,2; вміст кисню дорівнював 5,8-6,1 мг/л при середніх температурних значеннях від 22,1 до 24,2 °С; мінералізація – 362 мг/дм³; нітрити та нітрати – 0,08 та 1,1 відповідно. Маніпуляції з об'єктами науково-експериментального дослідження проводили з дотриманням правил “Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей” (Страсбург, 1986). Результати дослідження оброблено за допомогою ANOVA.

Результати досліджень. Аналізуючи та комплексно оцінюючи отриманні результати експериментальних досліджень, відмітимо позитивний, стимулюючий ефект за умов впровадження запропонованих технологічних елементів мультитрофічної аквакультури. Метаболічні процеси в організмі риб в експериментальних групах відбувались більш активно, етологія за результатом візуального спостереження була визначена динамічною, а рухливість нервових центрів у риби – адекватною. Порівняння темпів розвитку в онтогенезі коропа в полікультурі за умов впливу вивчаємих чинників продемонстровано на наступному рисунку 1.

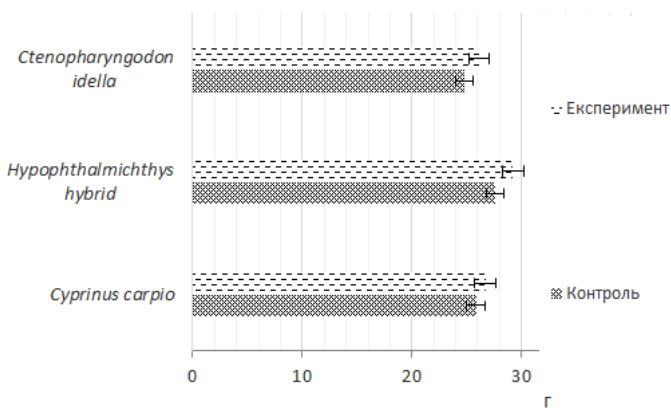


Рис. 1. Порівняльний аналіз швидкості розвитку *Cyprinus carpio* в полікультурі за умов експериментального дослідження МСМТФ

Отриманні результати надають підґрунтя для обговорення щодо катаболітичних процесів в організмі риб, які додатково отримували природні компоненти при підгодівлі, утримувались за умов додаткової біологічної фільтрації та моделі аквапоніка. Відповідні позитивні зміни були зафіксовані і при дослідженні біохімічного складу м'язової частини у риб (рисунок 2).

Узагальнення та візуальна презентація складових комплексного науково-практичного дослідження відображає синергію кожного з секто-

рів виробничого процесу. Така симбіотична модель сприяє підвищенню раціонального використання доступних ресурсів та потенціалу організму об'єктів культивування (рисунок 3).

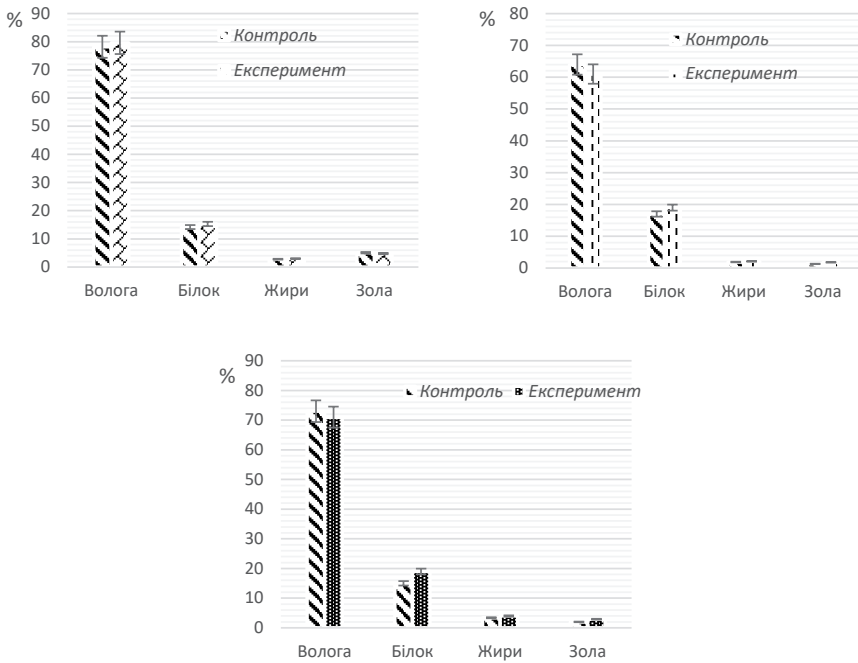


Рис. 2. Порівняльний біохімічний аналіз м'язової частини коропа (1), товстолобиків (2), білого амура (3)



Рис. 3. Модульне рішення, згенеровано на основі запропонованих технологічних рішень мультитрофічної МСМТФ

Результати динамічного розвитку, масонакопичення коропа в полікультурі підкріплюються поліпшенням загального функціонального статусу організму риб. На фоні кращих за фактичним значенням показників рибопродуктивності, стану природної кормової бази у ставах та стабільним сприятливим гідрохімічним режимом у басейнах РАС, можна допустити і про зменшення тиску на екосистему при діяльності такої моделі ферми.

На фоні отриманих результатів масонакопичення одним із інформативних досліджень став морфо-функціональний аналіз крові коропа в полікультурі (таблиці 1-3).

Таблиця 1. Функціональний статус організму цьоголіток коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) за умов впливу технологічного чинника^a за модельною системою мультитрофічної аквакультури (МСМТФ), ($x \pm SD$, $n=50$)

Параметри	Контроль	Експеримент
Кількість еритроцитів, Т/л	2,967±0,680	4,001±0,5195*
Вміст гемоглобіну, г/л	82,333±1,962	87,833±2,295**
MCV, мкм ³	92,519±14,365	99,104±12,8306
МСН, пг	28,912±6,278	22,294±3,1900*
МСНС, %	23,839±3,810	22,048±3,647
Загальний білок, г/л	23,667±1,838	31,317±5,9975*
Креатинін, мкмоль/л	0,347±0,033	0,451±0,0890*

Примітка: ^a – технологічний чинник – підгодівля коропових кормосумішю + удосконалені умови підрощення; *0.05 (P<0.05); **0.01 (P<0.01); *** 0.01 (P<0.001); MCV – середній об'єм еритроцитів (англ. *mean corpuscular volume*); МСН – середній вміст гемоглобіну в еритроциті (англ. *mean corpuscular haemoglobin*); МСНС – середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (англ. *mean corpuscular haemoglobin concentration*).

Таблиця 2. Функціональний статус організму цьоголіток товстолобиків за умов впливу технологічного чинника^a за МСМТФ ($x \pm SD$, $n=50$)

Параметри	Товстолобик <i>Hypophthalmichthys hybrid</i>	
	Контроль	Експеримент
Кількість еритроцитів, Т/л	3,190±0,655	3,998±0,3907*
Вміст гемоглобіну, г/л	86,117±4,144	97,233±10,7306*
MCV, мкм ³	122,231±33,935	105,798±21,2466
МСН, пг	27,841±4,984	24,347±1,7034
МСНС, %	23,547±4,512	23,692±4,3003
Загальний білок, г/л	37,033±4,371	42,750±4,0412*
Креатинін, мкмоль/л	0,363±0,038	0,478±0,0856*

Примітка: ^a – технологічний чинник – підгодівля коропових кормосумішю + удосконалені умови підрощення; *0.05 (P<0.05); **0.01 (P<0.01); *** 0.01 (P<0.001).

Таблиця 3. Функціональний статус організму цьоголіток білого амура за умов впливу технологічного чинника^a за МСМТФ ($x \pm SD$, $n=50$)

Параметри	Білий амур <i>Stenopharyngodon idella</i>	
	Контроль	Експеримент
Кількість еритроцитів, Т/л	2,97±0,223	3,188±0,242
Вміст гемоглобіну, г/л	79,17±1,927	83,217±1,534
MCV, mkm ³	176,87±1,743	123,173±11,139
МСН, пг	41,04±3,147	27,063±2,600
МСНС, %	23,57±1,058	21,945±0,413
Загальний білок, г/л	21,17±1,195	27,533±1,604**
Креатинін, мкмоль/л	0,43±0,131	0,587±0,193

Виходячи з отриманих результатів, відмітимо, що загальний функціональний статус у риб з експериментальної групи відрізнявся більш активним перебігом білкового, вуглеводного обмінів. Про що свідчать вірогідні відмінності в експериментальних групах по відношенню до контрольних фактичних значень. Потенціал організму корошових, які додатково отримували комплекс природних компонентів та знаходились в умовах мультитрофічної аквакультури (МСМТФ), був значно вищим, ніж у риби з контрольної групи. Виходячи з параметрів, які є маркерними в контексті обмінних процесів, формування резистентності до потенційно-негативного середовища, можна відмітити про більш стійкий стан риби в експериментальній групі. На фоні швидкості розвитку, дослідження набувають сильної сторони при аналізі складу крові риб. Транспортування поживних речовин та використання їх більш раціонально при пластичному та енергетичному обміні відбувалось в групі, де проводили експеримент.

Висновки та пропозиції. Узагальнюючи результати, які були отримані за умов впливу вивчаємих технологічних чинників на провідні параметри вирощування та розведення коропа в полікультурі, відмітимо позитивний стимулюючий ефект впровадження елементів мультитрофічної аквакультури. Комплексні дослідження доповнюють вже існуючі позитивні результати за тематикою роботи. Враховуючи вектор розвитку рибогосподарської галузі як екологічно-безпечний, тенденції, які є маркерними стратегічних планів розвитку та підтримки сталості аквакультури, є підстави рекомендувати до виробничого впровадження запропонованої моделі підроснення корошових. У майбутніх дослідженнях на меті постає глибинне дослідження морфологічних, гістологічних показників та більш розширений аналіз крові у корошових.

COMPLEX SOLUTIONS FOR THE SYNERGY OF SEVERAL FORMS OF AQUACULTURE ACCORDING TO THE MULTITROPHIC MODEL WITH REDUCTION OF PRESSURE ON THE ECOSYSTEM

¹Honcharova O. V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

²Bekh V. V. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹Kherson State Agrarian and Economic University,

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

anelsatori@gmail.com, vitbekh@gmail.com

A multi-component analysis of the effectiveness of the implementation of technological aspects of several forms of aquaculture management (based on the principle of multitrophicity) into the general scheme of raising fish stocking material was carried out. Scientifically and experimentally, the use of natural components in the scheme of raising fish planting material *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Hypophthalmichthys hybrid*, *Ctenopharyngodon idella* as stimulators of metabolic processes, adaptogens in order to improve the general functional level in the body of carp in polyculture has been substantiated.

A comprehensive assessment of the effectiveness of the implementation of European innovative elements of an ecologically safe direction in the implementation of fish breeding and breeding in the modular system of Ukrainian aquaculture was carried out. The rationality of using the synergy of several forms of aquaculture management in order to improve the leading qualitative and quantitative parameters in the conduct of fishing activities, as well as reducing the pressure on the ecosystem, is considered and presented for discussion. The results of the obtained studies reflect and make it possible to assess the level of use of the potential of the body of the carp in the polyculture of for stocking water areas with resistant and viable juveniles. The method of raising young carp in the polyculture of *Hypophthalmichthys hybrid*, *Ctenopharyngodon idella* with the vector of production of organic products of an ecologically safe direction in aquaculture and the effective introduction of technological factors as optimization measures (raising in recirculating aquaculture systems and growing in ponds with the possibility of stocking of water areas). A comprehensive analysis was carried out and positive results were obtained regarding the influence of natural components on the general functional status of the fish organism with an emphasis on the stimulation of metabolic, physiological and biochemical processes, the increase in the yield percentage, the fattening ratio, as well as on the improvement of the biochemical composition of the muscle part of fish. The effect of rational use of the resource potential of ponds, feed base and the potential of young fish has been realized.

Keywords: improvement, synergy, extensive and intensive aquaculture, recirculating aquaculture systems, ponds, physiological and biochemical parameters, productivity.

ЛІТЕРАТУРА

1. Honcharova, O. V., Sekiou, O., Kutishchev, P. S. Physiological and biochemical aspects of adaptation and compensatory processes of the

- organism of hydrobionts under the influence of technological factors. *Fisheries Science of Ukraine*, 2021. Vol. 4, № 58, P. 101-114. doi: 10.15407/fsu2021.04.101.
2. Дюдяєва, О. А., Бех, В. В. Харчова безпека вітчизняної продукції аквакультури як гарантована передумова виходу на зовнішні ринки. *Водні біоресурси та аквакультура*, 2020. № 1, С. 44-60. doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>.
 3. FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2024 blue transformation in action, UN: The United Nations. United States of America. веб-сайт. URL: <https://policycommons.net/artifacts/12522071/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture-2024-bluetransformation-in-action/13421812/> (дата звернення: 29.10.2024).
 4. 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, P. 82-89.
 5. Дюдяєва, О. А. Стан гармонізації законодавства України в сфері виробництва органічної продукції аквакультури з європейськими нормами. *Водні біоресурси та аквакультура*, 2021. № 1(9), С. 62-85. doi: 10.32851/wba.2021.1.6.
 6. Christophe J., Marc R, Sarah N. Effects of a lagoon on performances of a freshwater fishpond in a multi-trophic aquaculture system. *Aquatic Living Resources*, 2021. P. 34:4. doi: 10.1051/ALR/2021004.
 7. Berzi-Nagy L., Mozsár A., Tóth F., Gál D., Nagy Z., Nagy SA., Kerepeczki É., Antal L., Sándor ZJ. Effects of Different Fish Diets on the Water Quality in Semi-Intensive Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Farming. Water*. 2021. Vol. 13, № 9, P. 12-15. <https://doi.org/10.3390/w13091215>.
 8. Alvarado J. L., Tacon A.G.J., Basurco B. Aquafeeds and the environment. Cahiers Options Mediterraneennes. Institut Agronomique Mediterranee de Zaragoza, Spain. *In feeding tomorrow's fish*, 1997. Vol. 22, P. 275-289.
 9. Anton-Pardo M., Adámek Z. The role of zooplankton as food in carp pond farming: A review. *Journal Appl. Ichthyology*, 2015. Vol. 31. P. 7-14.
 10. Шерман І. М., Гончарова О. В. Еколого-фізіологічні основи акліматизації гідробіонтів: навч. посіб. Херсон, 2022. 130 с.
 11. 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. doi: 10.31548/animal.2.2023.28.
 12. Huang Y., Rudstam L.G. Taylor W.D., Urabe J., Jeppesen E., Liu Z., Zhang X. Effects of crucian carp (*Carassius auratus*) on water quality in aquatic ecosystems: An experimental mesocosm study. *Water*, 2020. Vol. 12, P. 1444.
 13. Berzi-Nagy L, Mozsár A, Tóth F, Gál D, Nagy Z, Nagy SA, Kerepeczki É, Antal L, Sándor ZJ. Effects of Different Fish Diets on the Water Quality in Semi-Intensive Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Farming water*, 2021. Vol. 13, № 9, P. 12-15. <https://doi.org/10.3390/w13091215>.

14. Rom M, Wohlfarth G., Schroeder G. L., Hulata G., Barash H. Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I. Substitution of expensive feeds by liquid cow manure. *Aquaculture*, 1977, Vol. 10, № 1, P. 25-43. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(77\)90030-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(77)90030-8).
15. Greg C., Fernando C.H. The diets and related aspects of feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in lowland rice fields in northeast Thailand. *Aquaculture*, 1994, Vol. 123, № 4, P. 281-307. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90066-3).
16. Mahmoud E. Taha, Ahmed N., 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. 736-841. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736841>
17. Желтов Ю. О., Олексієнко О. О., Грех В. І. Використання деяких нетрадиційних кормів в годівлі різновікових груп коропа. *Рибогосподарська наука України*, 2016. № 1, С. 102-105.
18. Zazharskyi V. V., Davyenko P. O., Kulishenko O. M., Borovik I. V., Brygadyrenko V. V. Antimicrobial activity of 50 plant extracts. *Biosystems Diversity*, 2016. Vol. 27, № 2, P. 163-169. doi: <https://doi.org/10.15421/011922>
19. Jasmine S., Ahamed F., Rahman S. H., Jewel M.A.S., Hossain M. Y. Effects of Organic and In organic Fertilizers on the Growth Performance of Carps in Earthen Pondsthrough Polyculture System. *Our Nature*, 2021, Vol. 9, № 1, P. 16-20. doi: 10.3126/ON.V9I1.5727.
20. 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 ім. С.З. Гжицького*, 2017. Т. 19, № 82. С. 184-187.
21. Дехтярьов П. А., Євтушенко М. Ю., Шерман І. М. Фізіологія риб. підручник. Київ, 2014. 315 с.
22. Євтушенко М. Ю. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник. Київ. 2020. 350 с.

REFERENCES

1. Honcharova O. V., Sekiou O., Kutishchev P. S. (2021). *Fiziolo-hiobiohimichni aspekty adaptatsiino-kompensatornykh protsesiv orhanizmu hidrobiontiv pid vplyvom tekhnohennykh faktoriv*. [Physiological and biochemical aspects of adaptation and compensatory processes of the organism of hydrobionts under the influence of technological factors]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. [Fisheries science of Ukraine], Vol. 4, no 58, 101-114. doi: 10.15407/fsu2021.04.101. [in Ukrainian].
2. Dyudyayeva O. A., Bekh V. V. (2020). *Kharchova bezpeka vitchyznianoї 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. doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5> [in Ukrainian].

3. FAO. (2024). The state of world fisheries and aquaculture 2024 blue transformation in action, UN: The United Nations. United States of America. URL: <https://policycommons.net/artifacts/12522071/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture-2024-bluetransformation-in-action/13421812/> (accessed 29.10.2024).
4. 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, no 90, 82-89.
5. Dyudyaeva O. A. (2021). *Stan harmonizatsii zakonodavstva Ukrainy v sferi vyrobnytstva orhanichnoi produktsii akvakultury z yevropeiskymy normamy*. [The state of the harmonization of Ukrainian legislation with European norms in the field of the production of organic aquaculture]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*. [Aquatic bioresources and aquaculture], no 1(9), 62-85. doi: 10.32851/wba.2021.1.6. [in Ukrainian].
6. Christophe J., Marc R, Sarah N. (2021). Effects of a lagoon on performances of a freshwater fishpond in a multi-trophic aquaculture system. *Aquatic Living Resources*, 34:4. doi: 10.1051/ALR/2021004.
7. Berzi-Nagy L., Mozsár A., Tóth F., Gál D., Nagy Z., Nagy SA., Kerepeczki É., Antal L., Sándor ZJ. (2021). Effects of Different Fish Diets on the Water Quality in Semi-Intensive Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Farming. Water*, Vol. 13, no 9, 1215. <https://doi.org/10.3390/w13091215>.
8. Alvarado J. L., Tacon A.G.J., Basurco B. (1997). Aquafeeds and the environment. Cahiers Options Méditerranéennes. Institut Agronomique Méditerranéen de Zaragoza, Spain, *In feeding tomorrow's fish*. vol. 22, pp. 275–289.
9. Anton-Pardo M., Adámek Z. (2015). The role of zooplankton as food in carp pond farming: A review. *Journal Appl. Ichthyology*, vol. 31, 7-14.
10. Sherman I. M., Honcharova O. V. (2022). Ekološko-fiziološični osnovy aklimatyzatsii hidrobiontiv [Ecological and physiological bases of acclimatization of hydrobionts]. Kherson. Oldi+. [in Ukrainian].
11. 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, no 2, 28-43. doi: 10.31548/animal.2.2023.28.
12. Huang Y., Rudstam L.G. Taylor W.D., Urabe J., Jeppesen E., Liu Z., Zhang X. (2020). Effects of crucian carp (*Carassius auratus*) on water quality in aquatic ecosystems: An experimental mesocosm study. *Water*, Vol. 12, 1444.
13. Berzi-Nagy L, Mozsár A, Tóth F, Gál D, Nagy Z, Nagy SA, Kerepeczki É, Antal L, Sándor ZJ. (2021). Effects of Different Fish Diets on the Water Quality in Semi-Intensive Common Carp (*Cyprinus carpio*) *Farming water*, Vol. 13, no 9, 1215. <https://doi.org/10.3390/w13091215>.
14. Rom M, Wohlfarth G., Schroeder G.L., Hulata G., Barash H. (1977). Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. I. Substitution of expensive

- feeds by liquid cow manure, *Aquaculture*, Vol. 10, no 1, 25-43. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(77\)90030-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(77)90030-8).
15. Greg C., Fernando C.H. (1994). The diets and related aspects of feeding of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in lowland rice fields in northeast Thailand, *Aquaculture*, vol. 123, no. 4, 281-307. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90066-3).
 16. Mahmoud E. Taha, Ahmed N., 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. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736841>
 17. 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].
 18. Zazharskyi V. V., Davyenko P. O., Kulishenko O. M., Borovik I. V., Brygadyrenko V. V. (2019db). Antimicrobial activity of 50 plant extracts. *Biosystems Diversity*, Vol. 27, no 2, 163-169. doi: <https://doi.org/10.15421/011922>.
 19. Jasmine S., Ahamed F., Rahman S. H., Jewel M.A.S., Hossain M.Y. (2011). Effects of Organic and In organic Fertilizers on the Growth Performance of Carps in Earthen Pondsthrough Polyculture System. *Our Nature*, Vol. 9, no 1, 16-20. doi: 10.3126/ON.V9I1.5727.
 20. 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, no 82, 184-187. [in Ukrainian].
 21. Dekhtiarov P. A., Yevtushenko M. Yu. Sherman I. M. (2014). *Fiziolohiia ryb*. [Physiology of fish]. Kyiv: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].
 22. Yevtushenko M. Yu. (2020). *Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen* [Methodology and organization of scientific research]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury (TsUL). [in Ukrainian].