

УДК 639.043.2:574.5:579.68

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.40>

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙНИХ ДОБАВОК У КОРМАХ НА ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РІВЕНЬ МІКРОБНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА ЗВИЧАЙНОГО (*CYPRINUS CARPIO*)

Гриневич Н.Є. – д.вет.н., професор,
завідувач кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-7430-9498

Шваб В.С. – PhD,
асистент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5823-9095

Слюсаренко А.О. – к.вет.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-1896-8939

Слюсаренко С.В. – к.вет.н.,
доцент кафедри безпечності та якості харчових продуктів,
сировини і технологічних процесів,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-7724-2767

Присяжнюк Н.М. – к.вет.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4737-0143

Хом'як О.А. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-3010-6757

Семанюк Н.В. – к.вет.н.,
доцент кафедри мікробіології та вірусології,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького
orcid.org/0000-0002-8860-6976

У статті викладено результати впливу інноваційних добавок у кормах на гідрохімічні показники та рівень мікробного забруднення водного середовища за вирощування коропа звичайного (*Cyprinus carpio*). Оцінка якості води за використання кормів з інноваційними добавками – ключовий елемент контролю екологічної безпеки та забезпечення здоров'я гідробіонтів. Встановлено, що показник рН змінювався, зокрема у період виконання досліду із введенням у корми інноваційних добавок і становив у контрольній групі 7,2. У першій дослідній групі, якій до корму додавали інулін, показник децю різнився, проте ця зміна не суттєва – 7,3, а у другій дослідній групі, якій до корму додавали пробіотики залишався на рівні показника контрольної групи – 7,2. Зміни кисневого режиму води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки вказують, що кисень у воді знаходиться на оптимальному рівні. Показник хімічного споживання кисню децю змінювався в процесі

годівлі риби за застосування інноваційних добавок і становив у контрольній групі 10 мг/л, першій і другій дослідних групах, яким до корму додавали інулін і пробіотики, 9 мг/л, але не відхиляється від показників норми для води для вирощування коропових риб у ставових господарствах. Встановлено, що твердість води за згодовування кормів, що містять інноваційні добавки знаходиться на оптимальному рівні. Рівень мікробного забруднення води, зокрема кількості коліформних бактерій, які належать до санітарно-показових мікроорганізмів, після згодовування кормів із добавками, показав, що у водоймах, де риба отримувала стандартний корм без добавок, їх рівень становив 5 КУО/100 мл. Це найвищий показник серед досліджуваних груп, і свідчить про інтенсивніше мікробне забруднення. Додавання інуліну та пробіотиків змінили рівень коліформних бактерій – 4 КУО/100 мл, що нижче на 20%, ніж у воді де утримувалася риба контрольної групи. Отримані результати підтверджують, що додавання інуліну та пробіотиків до корму може покращити санітарний стан водойм, що є важливим фактором для підтримки здоров'я риб і екологічної рівноваги.

Ключові слова: короп звичайний (*Cyprinus carpio*), лінійно-вагові показники, аквакультура, природні та штучні корми, інулін, пробіотики, мікробне забруднення, якість води, здоров'я риби, екологічна рівновага.

Hrynevych N.Ye., Shvab V.S., Sliusarenko A.O., Sliusarenko S.V., Prisjzhnjuk N.M., Khomiak O.A., Semaniuk N.V. Monitoring of the effect of innovative feed additives on hydrochemical parameters and microbial contamination of the aquatic environment during the cultivation of common carp (*Cyprinus carpio*)

The article presents the results of the influence of innovative feed additives on hydrochemical parameters and the level of microbial contamination of the aquatic environment during the cultivation of common carp (*Cyprinus carpio*). Assessment of water quality when using feeds with innovative additives is a key element in monitoring environmental safety and ensuring the health of aquatic organisms. It was found that the pH value changed, in particular during the experiment with the introduction of innovative additives into the feed, and amounted to 7.2 in the control group. In the first experimental group, which was fed inulin, the index was slightly different, but this change was not significant – 7.3, and in the second experimental group, which was fed probiotics, it remained at the level of the control group – 7.2. Changes in the oxygen regime of water after feeding fish with feed containing innovative additives indicate that oxygen in the water is at an optimal level. The index of chemical oxygen consumption slightly changed in the process of feeding fish with the use of innovative additives and amounted to 10 mg/l in the control group, 9 mg/l in the first and second experimental groups, which were fed with inulin and probiotics, but did not deviate from the norm of water for carp rearing in ponds. It was found that the water hardness when feeding feed containing innovative additives is at the optimal level. The level of microbial contamination of water; in particular the number of coliform bacteria, which belong to sanitary indicator microorganisms, after feeding feed with additives, showed that in the reservoirs where fish received standard feed without additives, their level was 5 CFU/100 ml. This is the highest figure among the groups studied and indicates more intense microbial contamination. The addition of inulin and probiotics changed the level of coliform bacteria to 4 CFU/100 ml, which is 20% lower than in the water where the control group of fish were kept. These results confirm that the addition of inulin and probiotics to feed can improve the sanitary condition of water bodies, which is an important factor in maintaining fish health and ecological balance.

Key words: common carp (*Cyprinus carpio*), linear-weight parameters, aquaculture, natural and artificial feed, inulin, probiotics, microbial contamination, water quality, fish health, ecological balance.

Постановка проблеми. Рибне господарство має стратегічне значення для забезпечення населення продовольством, а галузей національної економіки – сировиною, зміцнення позицій країни на міжнародній арені, збереження просторової та національної цілісності України, відіграє значну роль у відтворенні природних ресурсів та підвищенні зайнятості населення [2].

Рибництво – важлива галузь аграрного сектору, що забезпечує населення високоякісними білковими продуктами, сприяє продовольчій безпеці та розвитку

сільських територій. У цій сфері короп (*Cyprinus carpio*) посідає одне з провідних місць завдяки своїй високій адаптивності до різних умов вирощування, швидкому росту та добрим смаковим якостям. Одним із ключових чинників, що визначають ефективність вирощування коропа, є годівля. Склад, тип та якість кормів впливають на приріст маси риби, коефіцієнт конверсії корму, стан здоров'я популяції та загальну економічну ефективність виробництва. У сучасному рибництві застосовуються як штучні (екструдовані комбікорми), так і натуральні корми (зоопланктон, рослинність, мікроорганізми), проте питання їх оптимального поєднання та впливу на фізіологічний стан риби все ще залишаються відкритими [12, 17].

У контексті підвищення ефективності кормового раціону, дедалі більшого значення набуває використання інноваційних кормових добавок, пробіотиків та пребіотиків [26, 27].

Однак, механізми дії таких добавок, їх оптимальні дози та взаємодія з основними компонентами раціону коропа потребують подальших наукових досліджень. Наразі бракує комплексних даних щодо впливу інноваційних добавок в умовах різних технологічних схем вирощування (інтенсивної та напівінтенсивної), з урахуванням водного середовища, температурного режиму та стану гідробіоценозу [30, 33].

Таким чином, актуальним є наукове обґрунтування ефективності використання різних типів кормів та кормових добавок у годівлі коропа з метою оптимізації росту, поліпшення конверсії корму та забезпечення екологічної безпеки рибогосподарських систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ставовому рибництві для досягнення високої продуктивності забезпечують оптимальні умови для утримання та вирощування риби [10].

Годівля коропа є ключовим фактором, що визначає швидкість росту риби, її здоров'я, якість м'яса та економічну ефективність аквакультури. Оптимальна стратегія передбачає збалансований підхід, що враховує вид корму, режим годування, сезонні зміни та фізіологічні особливості коропа. Короп є всеїдною рибою, яка в природних умовах живиться як рослинною, так і тваринною їжею. Для максимально ефективного росту використовують комбінацію природних і штучних кормів [13, 14].

Відомо, що потреби риб у поживних речовинах тісно пов'язані і залежать від їх виду, віку, маси тіла, вгодованості. Чим повніше норма годівлі відповідає фізіологічним та продуктивним потребам організму на фоні забезпечення оптимальної технології годівлі, адаптованої до відповідних умов, тим реальніше отримання максимальної, генетично обумовленої продуктивності риб у реальний термін [17, 35].

Залежно від технології вирощування риби різних вікових груп з урахуванням видоспецифічних особливостей конкретних об'єктів культивування використовують різні корми. Пропорційно підвищенню рівня інтенсифікації виробництва у раціоні риб має закономірно зростати частка пропонованих штучних кормів [12].

Штучні корми є найбільш популярними в рибництві (аквакультурі) через їх доступність, збалансованість та можливість зберігати поживні властивості тривалий час. Склад штучних кормів включає білки, жири, вуглеводи, вітаміни та мінерали, які забезпечують коропа повноцінну годівлю. Важливе значення має вміст протеїну для молоді і він повинен становити 30–40%, а для дорослої риби 25–30%.

Виходячи з цього, корм має бути доступним за розмірами і мати відповідну консистенцію, що дасть змогу рибі споживати його без значних витрат енергії. При

цьому корм має бути привабливим за смаком, кольором, запахом і мати хімічно оптимальний склад. За дотримання цих умов корм швидко перетравлюватиметься і засвоюватиметься, забезпечуючи енергетичні і пластичні потреби організму коропа, відповідно до умов вирощування [19].

Основними білковими компонентами штучних кормів є рибне та соєве борошно, м'ясо-кісткове борошно, дріжджі та рослинні білки. Жировий склад представлений рибним жиром, рослинними оліями, які забезпечують незамінними жирними кислотами [16, 20, 21]. Вуглеводи (енергетичні потреби) в кормах походять переважно з зернових культур (кукурудза, пшениця, ячмінь). Енергетичні потреби коропа задовольняють шляхом включення до основного раціону легкозасвоюваних кормових добавок, що мають високу поживну цінність [11]. Перспективною кормовою добавкою є рослина амарант (*Amaranthus*). Використання білків амаранту в годівлі риб робить корм більш повноцінним і збалансованим за амінокислотним складом, вмістом пектину, вітамінів і біологічно активних речовин. Встановлено, що амарант, завдяки наявності флаваноїдів, зокрема, рутину, та поліфенольних сполук проявляє антиоксидантну властивість [10].

Вітаміни (А, D, Е, В-група) та мінерали (кальцій, фосфор, залізо, цинк) в кормах необхідні для зміцнення імунітету та покращення загального стану організму риби [2, 4, 31].

Технологія виробництва штучних кормів складається з кількох основних етапів: приготування суміші, формування гранул (екструдкування), сушка, додавання вітамінів, мінералів, охолодження, упаковка. Деякі виробники додають пробіотики та ферменти, що сприяють кращому засвоєнню рибою корму [28, 29].

Переваги штучних кормів полягають у їхній стабільності, збалансованості та можливості контролю якості. Вони дозволяють точно дозувати кількість поживних речовин, що забезпечує оптимальний ріст і розвиток коропа. Штучні корми доступні впродовж усього року та можуть зберігатися тривалий час без втрати поживної цінності. Крім того, вони запобігають зменшенню ризику захворювань, оскільки проходять термічну обробку, що знищує патогенні мікроорганізми. Однак існують і недоліки штучних кормів – неправильний вибір або перевищення норми може призвести до ожиріння, погіршення якості води або навіть захворювань через дисбаланс поживних речовин. Їхнє використання пов'язане з фінансовими витратами, оскільки якісні корми можуть бути дорогими [3].

Живі корми, до яких належать водорості, зоопланктон, личинки комах, черв'яки та інші природні ресурси, є основою годівлі багатьох видів риб у природних умовах. Вони забезпечують риbam всі необхідні поживні речовини у найбільш доступній та природній формі. Водорості – джерело клітковини, мінералів і деяких вітамінів, які допомагають покращити травлення у риб. Синьо-зелені водорості містять значну кількість білка і є важливим елементом раціону багатьох видів риб. Однак вони потребують певних умов для культивування і збору, що може бути обмеженням у комерційному рибництві. Рослинні білки: соя, ріпак, люпин, гороховий білок є дешевшими і доступнішими, порівняно із тваринними, їхня якість і засвоюваність є недостатньою для забезпечення повноцінного та збалансованого раціону [11].

В останні роки значна кількість досліджень була зосереджена на використанні рослин або їх екстрактів у годівлі риб, завдяки наявності в них антиоксидантів [9].

У раціоні коропа частка природних кормів тваринного походження має становити не менше 20–30% залежно від віку, фізіологічного стану і призначення певних груп риб. Такі корми мають високий вміст протеїну, жиру, макро- та

мікроелементів. На відміну від кормів рослинного походження, вони позбавлені клітковини, що значно підвищує їх поживну цінність [27].

Зоопланктон є джерелом білка і жирів для риб, особливо для молодих особин. Це натуральне джерело годівлі забезпечує високу біологічну цінність і легко засвоюється рибами. Збір зоопланктону в природних умовах може бути обмежений сезонними факторами, а також залежить від екологічних умов води [2, 7].

Личинки комах і черв'яки використовуються для годівлі риб у періоди їх активного росту. Личинки мух, комарів, черв'яки (наприклад, дощові) містять важливі амінокислоти і мікроелементи, які стимулюють швидкий ріст риб. Проте такі корми можуть бути обмежені в кількості та потребують спеціальних умов для розведення або збору [22].

Науковцями [1] було доведено, що масштабне виробництво протеїнів із ASI-джерел є економічно вигідним. Отриманий продукт за амінокислотним складом і поживною цінністю не поступається рибному борошну. Комахи, як і одноклітинні організми, розглядаються як перспективна сировина для кормів, оскільки містять не лише цінні нутрієнти, а й додаткові компоненти, які позитивно впливають на здоров'я риб порівняно з традиційними кормами.

Технології виробництва білка з комах перебувають на ранніх етапах освоєння. Результати пілотних досліджень свідчать про їх високу ефективність.

У Європі перші дослідження ефективності використання борошна комах здійснено при введенні повножирного борошна львинки чорної (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758) до раціону райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Наступні дослідження були більш ґрунтовними і передбачали введення комах до повнораціональних збалансованих кормів із використанням різних способів їхньої обробки, а також відповідно до потреб видової групи риб і стадії онтогенезу [4].

Виробництво ASI-продуктів завдає значно меншого екологічного навантаження, включно зі зменшеними викидами парникових газів та зниженим споживанням води й енергії.

У Європі спостерігається стрімкий розвиток промислового виробництва ASI-продуктів. Регламент ЄС (2015/2283), який регламентує використання комах і одноклітинних організмів у тваринництві, суттєво розширив можливості їх застосування. Водорості та комахи дедалі більше розглядаються як реалістична глобальна альтернатива або доповнення до традиційних кормів у сфері аквакультури [22, 25].

Огляд наукової праці [7] виявив, що види малоштиткових черв'яків: аулофорус (*Dero furcata*), трубочник звичайний (*Tubifex tubifex*), білий енхітрей (*Enchytraeus albidus*), гриндаль (*Enchytraeus buchhoizi*) доцільно використовувати в якості високобілкових добавок до основного корму та у переднерестовий період через їх високу калорійність. Втім, останній показник та бідний мінеральний склад унеможливило годівлю ними коропа на постійній основі.

Як зазначалося, перевагою живих кормів є їх висока засвоюваність, вони найкращий варіант для молоді коропа, оскільки легко перетравлюються і містять всі необхідні поживні речовини. Використання натуральних кормів сприяє зміцненню імунної системи риби, зменшенню ризику хвороб та покращенню якості м'яса. Крім того, у водоймах з високою природною продуктивністю живі корми можуть значно знизити витрати на вирощування риби, оскільки їх можна використовувати без додаткових фінансових вкладень.

Недолік живих кормів – залежність від природних умов водойми, температури води, сезону та рівня забрудненості. Наприклад, у зимовий період кількість

природного корму значно зменшується, що ускладнює забезпечення риби необхідними поживними речовинами. Контроль за якістю та поживною цінністю натуральних кормів є складним, оскільки їх склад змінюється залежно від екологічного стану водойми. У разі недостатньої кількості натурального корму можливе уповільнення темпів росту коропа, що негативно позначається на ефективності вирощування [22].

Живі корми, в свою чергу, є менш концентрованими за енергетичною цінністю, але їх природний склад дозволяє рибі отримувати поживні речовини в найбільш доступній і легко засвоюваній формі. Однак їх використання потребує більш ретельного контролю за якістю і кількістю, оскільки вони можуть містити паразитів або забруднювачі, які можуть негативно впливати на здоров'я риби.

Кормова база водойм відіграє важливу роль на перших етапах розвитку, забезпечуючи рибу необхідними білками, жирами та мікроелементами. Однак, із підвищенням щільності посадки коропа природних кормів стає недостатньо, і тому застосування штучних кормів стає необхідністю [15].

Введення в корм пребіотиків, пробіотиків, ферментів, вітамінних комплексів та імуномодуляторів сприяє засвоюваності поживних речовин, підвищенню стійкості до хвороб і скороченню термінів вирощування [18, 23].

Особливої уваги заслуговують пребіотики на основі мананових олігосахаридів (МОС), які чинять позитивний вплив на активність ферментів захисної мікрофлори кишечника та імунну систему риб, що веде до підвищення продуктивних показників та конверсії штучних кормів. Включення до раціону МОС може запобігти колонізації кишечника патогенними мікроорганізмами [5, 36].

Експериментальними дослідженнями науковців [5] встановлено позитивний вплив використання пребіотика на основі МОС в годівлі дволіток коропа. При згодовуванні у складі комбікорму середня маса була більшою на 11,5%, а рибопродуктивність – на 22,7% при цьому витрати корму на вирощування були нижчими на 20%.

До основного корму, як пребіотик згідно досліджень [6] додають препарат «Актіген», що посилює конкурентність природних нешкідливих (здебільшого комменсальних) або корисних (переважно мутуалістів) представників мікробіому кишечника. Відповідно, біднішає якісний та зменшується кількісний склад патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів. Згодовування цього пребіотика опосередковано зменшує чисельність грам-позитивних бактерій з групи протеобактерій (*Proteobacteria*) та відділу фірмікутів (*Firmicutes*), у тому числі й з класу клостридій (*Clostridia*), більшість представників якого є збудниками захворювань як риб, так і людини.

Збільшення техногенного навантаження на середовище призводить в першу чергу до погіршення екологічних умов вирощування та зниження резистентності організму риб. Слід зазначити, що при різних формах і способах вирощування з'являється можливість зменшити вплив чинників ендогенного та екзогенного походження за рахунок введення до раціону риб нових кормових добавок на основі рослинних компонентів із гепатопротекторними та антиоксидантними властивостями. Останні характеризуються позитивним впливом на рибопродуктивність, прирости в процесі вирощування та імунний статус організму риб. У даному контексті заслуговує на увагу олія розторопші плямистої (*Silybum marianum* L.), яка широко використовується у рибництві як гепатопротектор з антиоксидантними властивостями [8].

Дослідженнями [3] встановлено підвищення рибогосподарських показників за вирощування дволіток коропа в умовах ставів у результаті згодовування у складі

повнораціонального корму сірки кормової у кількості 0,04%. Після завершення вирощування у дослідній групі показник середньої маси коропа був більшим на 4,4% щодо контрольної групи, а рибопродуктивності – на 6,0%.

Не менш важливим є режим годівлі, оптимальна частота якої залежить від температури води та вікової групи коропа. У теплий період (температура води 22–28°C) молодняк годують 4–5 разів на день, а дорослу рибу 2–3 рази. За зниження температури до 10–15°C частоту зменшують, а за температури нижче 8°C годівля майже припиняється, оскільки обмін речовин у риби значно сповільнюється. Важливо годувати рибу в один і той же час, щоб уникнути перевитрат корму та зниження його засвоюваності.

Особливим аспектом є техніка роздачі корму. Використання автоматичних годівниць або рівномірний розподіл корму у воді запобігає конкуренції між рибами та сприяє рівномірному росту поголів'я. Важливо контролювати залишки корму, їх наявність свідчить про надмірне годування, що може призвести до забруднення водойми, зниження якості води та розвитку патогенних мікроорганізмів.

Оптимальне поєднання живих і штучних кормів залежить від типу водойми, щільності посадки риби та технології вирощування. В умовах екстенсивного рибиництва короп здебільшого живиться природними кормами, а штучні корми використовуються лише як доповнення в періоди зниження природної кормової бази. У напівінтенсивних системах комбіноване годування дозволяє підтримувати високі темпи росту, зменшуючи витрати на корми [24, 32].

Важливим фактором є сезонність: навесні та влітку, коли у водоймах активно розвивається зоопланктон і бентос, кількість штучного корму можна зменшити, дозволяючи рибі живитися природним кормом. Восени, коли природні ресурси виснажуються, слід підвищувати частку штучного корму, збагаченого жирами, щоб підготувати рибу до зимівлі. Крім того, комбінований підхід до годівлі має екологічні переваги. Надмірне використання штучних кормів може призводити до забруднення водойм, зниження рівня кисню у воді та зростання концентрації аміаку, що негативно впливає на стан риби. Поєднання натурального та штучного годування допомагає підтримувати природний баланс екосистеми, зменшувати забруднення та покращувати якість води [37].

Розвиток сучасного рибиництва значною мірою залежить від ефективності годівлі, оскільки витрати на корми становлять найбільшу частку у загальній собівартості продукції. З урахуванням зростання попиту на рибу та необхідності підвищення продуктивності аквакультури, перспективи розвитку годівлі у промисловому рибистві пов'язані з удосконаленням кормових технологій, використанням інноваційних інгредієнтів, автоматизацією процесів годівлі та впровадженням екологічно безпечних методів. Крім того, застосування цифрових технологій, таких як системи моніторингу поведінки риби та аналізу її харчової активності, дозволяє оптимізувати графік годівлі та зменшити перевитрати корму. Використання штучного інтелекту у рибистві відкриває можливості для персоналізованої годівлі, яка враховує вік, розмір, фізіологічний стан та середовище проживання риб [31, 34].

Отже, годівля – це важливий етап в аквакультурі, оскільки правильний вибір корму впливає на темпи росту риби, її здоров'я, економічну ефективність виробництва та якість рибної продукції. Як природні, так і штучні корми мають свої особливості, переваги та недоліки, що визначають їх ефективність залежно від умов вирощування та цілей виробництва.

Мета роботи полягала у комплексному дослідженні впливу інноваційних добавок у кормах на гідрохімічні показники та рівень мікробного забруднення водного середовища за вирощування коропа звичайного (*Cyprinus carpio*).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в умовах повносистемного коропоного господарства центральної України. Об'єктом досліджень слугували дворічки коропа звичайного (*Cyprinus carpio*). Для постановки досліду було відібрано 300 екземплярів риб у яких середня початкова маса становила ~250 г. Усі відібрані риби були розділені на три групи по 100 екземплярів у кожній: Контрольна група (К) одержувала стандартний корм без інноваційних добавок. Дослідна група 1 одержувала корм із пребіотиком інуліном. Дослідна група 2 одержувала корм із пробіотиками, що містили *Bacillus spp.* і *Lactobacillus spp.*

Виклад основного матеріалу дослідження. Оцінка стану води за згодовування кормів з інноваційними добавками – важлива складова для контролю екологічної безпеки та здоров'я водних організмів, таких як риба. Інноваційні добавки в кормах можуть змінити хімічний склад води. Вони можуть привести до зміни рівня розчинених речовин, таких як нітрати, фосфати, амоній, або змінити рівень органічних сполук, що може вплинути на якість води та її здатність підтримувати здорове середовище для риб. Оцінка стану води дозволяє вчасно виявити можливе накопичення шкідливих сполук, таких як аміак, нітрити, які можуть виникати в результаті розкладу корму або його неповного засвоєння рибами, надмірна кількість у воді може спричинити токсичний вплив на рибу.

Деякі інноваційні добавки можуть впливати на мікробіологічний склад води, що змінює процеси розкладу органічних речовин і окислення у воді, що є важливим для підтримки належного екологічного балансу у водному середовищі. Надмірні зміни в якості води можуть спричинити стрес у риб, погіршити їх здоров'я та призвести до загибелі. Оцінка стану води дозволяє безпечно коригувати фактори, які можуть негативно вплинути на рибу.

Інноваційні добавки, такі як пробіотики чи інулін, можуть покращити засвоєння поживних речовин рибами, але одночасно важливо оцінити, як ці добавки впливають на хімічний і біологічний стан води. Це дозволяє забезпечити, щоб згодований корм не порушував нормальні фізико-хімічні параметри води.

Оцінка стану води повинна забезпечити відповідність усім екологічним нормам і стандартам. Загалом, оцінка стану води за використання інноваційних добавок у кормах сприяє забезпеченню здоров'я риб, підтримці належних умов для розвитку та ефективності водного середовища.

Результати дослідження рН води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки представлено на рис. 1.

Аналіз даних, представлених на рисунку вказує, що показник рН змінювався у процесі вирощування риби, зокрема у період виконання досліду із введенням на корми інноваційних добавок і становив у контрольній групі 7,2. У першій дослідній групі, якій до корму додавали інулін, показник дещо різнився, проте ця зміна не суттєва – 7,3, а у другій дослідній групі, якій до корму додавали пробіотики залишався на рівні показника контрольної групи – 7,2. Саме такий показник рН відповідає необхідним параметрам норми води, для вирощування коропових риб.

Результати дослідження кисневого режиму води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 2.

Аналіз результатів змін кисневого режиму води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки вказує, що кисень у воді знаходиться на

оптимальному рівні. Таким чином можна стверджувати, що згодовування інноваційних добавок не впливає на цей показник.

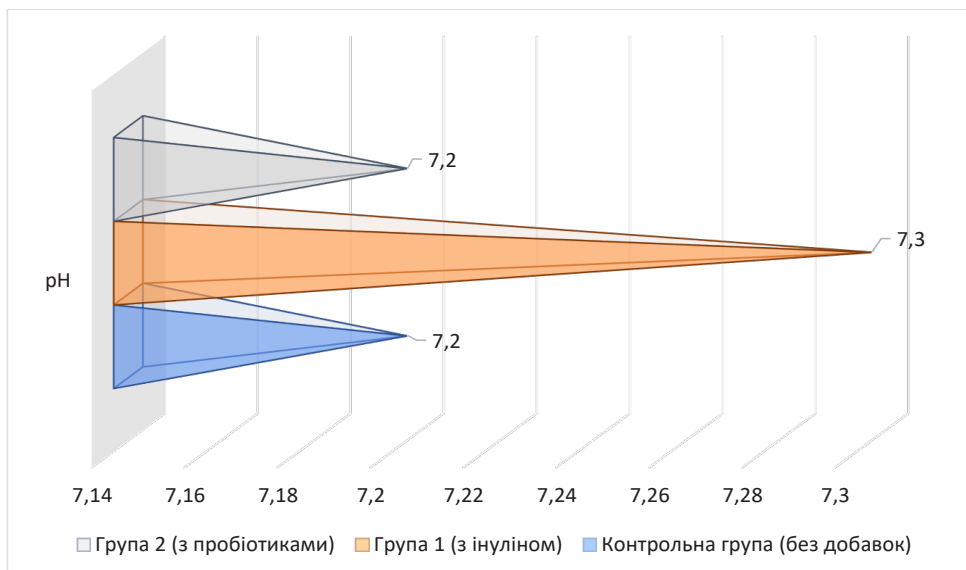


Рис. 1. Показник рН води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження хімічного споживання кисню у воді після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 3.

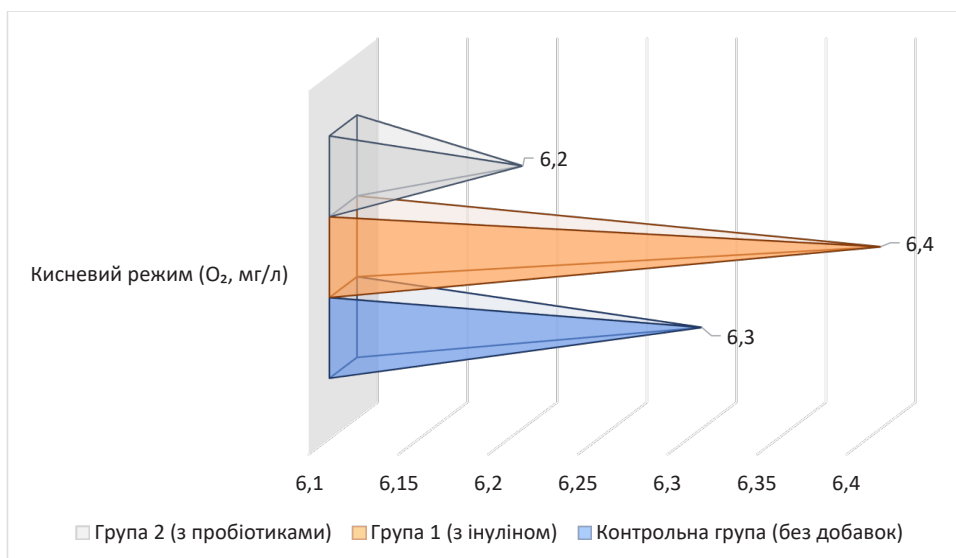


Рис. 2. Показник кисневого режиму води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Визначення хімічного споживання кисню (ХСК) у воді дозволяє оцінити рівень органічного та неорганічного забруднення, контролювати якість і стан водойм, прогнозувати дефіцит кисню, визначати токсичні речовини та ефективність очищення стічних вод, що є важливим для збереження екологічної рівноваги та запобігання негативним наслідкам для водних екосистем. Аналіз даних, які представлені на вище вказує, що показник хімічного споживання кисню дещо змінювався в процесі вирощування риб на кормах, які містять інноваційні добавки і становив у контрольній групі 10 мг/л, першій і другій дослідних групах, яким до корму додавали інулін і пробіотики, 9 мг/л, але не відхиляється від показників норми для води для вирощування коропових риб у ставових господарствах. Отже, додавання до корму інноваційних добавок не впливає на хімічне споживання кисню у воді. Нині актуальним стає питання підвищення імунітету ставової риби із використанням натуральних, вітамінних добавок, які вносяться до рецептури комбікормів. Саме такі поєднання сприяють перетравності корму, природних кормових ресурсів, що покращує як загальний стан риби так і сприяє темпу росту, впливає на зниження рентабельності під час вирощування.

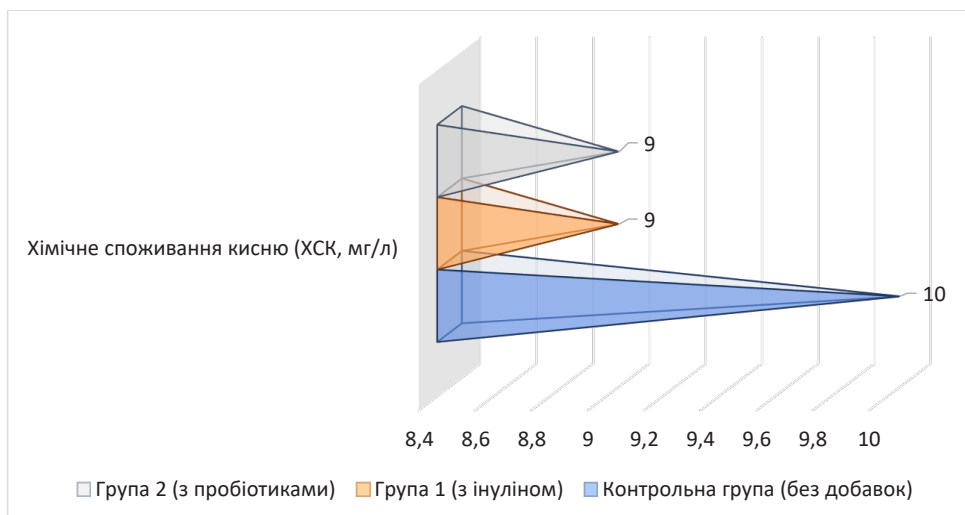


Рис. 3. Показник хімічного споживання кисню у воді після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження твердості води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 4.

Аналіз результатів змін твердості води за згодовування кормів, що містять інноваційні добавки показує, що твердість води знаходиться на оптимальному рівні. У контрольній групі риб, яких годували традиційними кормами, твердість води становила 180 мг/л CaCO_3 , у першій дослідній групі риб, яким до корму додавали інулін твердість води була така ж як і в контрольній групі і другій дослідній групі риб, яким до корму додавали пробіотики, твердість води становила 180 мг/л CaCO_3 . Отже, дослід використання дає можливість стверджувати, що згодовування інноваційних добавок не впливає на величину твердості води.

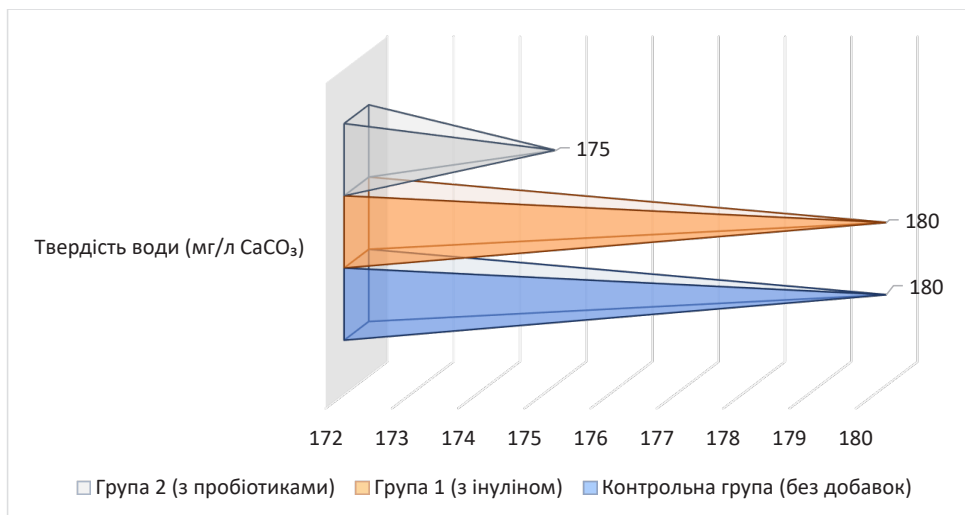


Рис. 4. Показник твердості води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження мікробного забруднення води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 5.

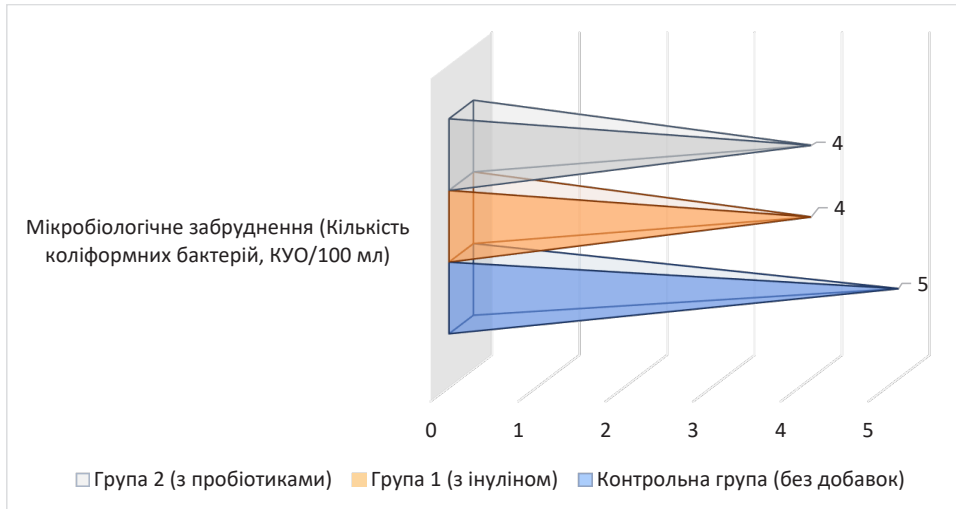


Рис. 5. Показник мікробного забруднення води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки

Аналіз даних рівнів мікробного забруднення води, зокрема кількості коліформних бактерій, які належать до санітарно-показових мікроорганізмів, після згодовування рибі кормів із різними добавками, показав, що у водоймах, де риби отримували стандартний корм без добавок, їх рівень становив 5 КУО/100 мл.

Це найвищий показник серед досліджуваних груп, і свідчить про інтенсивніше мікробне забруднення.

У воді риб, яким до корму додавали інулін рівень коліформних бактерій становив 4 КУО/100 мл, що нижче на 20%, ніж у воді де утримувалася риба контрольної групи. Ми вважаємо, що інулін міг сприяти покращенню кишкової мікрофлори риб і зменшенню виділення ними органічних речовин, які є джерелом поживних речовин для бактерій.

Аналогічний рівень коліформних бактерій – 4 КУО/100 мл виявився у воді, де утримувалися риби, яким до корму додавали пробіотики. Ймовірно, пробіотики позитивно вплинули на кишкову мікрофлору риб, що сприяло зменшенню патогенних бактерій як у воді, так і в організмі риб.

Таким чином, використання кормів з інноваційними добавками (інуліном і пробіотиками) сприяє зниженню мікробного забруднення води, зменшуючи кількість коліформних бактерій у середньому на 20% порівняно з контрольною групою.

Висновки і пропозиції. Отже, отримані результати підтверджують, що додавання інуліну та пробіотиків може покращити санітарний стан водойм, що є важливим фактором для підтримки здоров'я риб і екологічної рівноваги. Обидві добавки демонструють схожий ефект щодо зниження мікробного забруднення, що свідчить про їхню ефективність у поліпшенні якості водного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бех В.В., Марценюк В.П., Тушницька Н.Й. Перспективи використання білкових компонентів нетрадиційного походження в комбікормах для аквакультури (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2020. Вип. 2(52). С. 53–64. <https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.053>
2. Грициняк І.І., Шарко Д.П., Шкарбан В.В., Плічко В.Ф. Сучасний стан та розвиток рибної галузі України в кризовий час. *Рибогосподарська наука України*. 2015. Вип. 1(31). С. 5–15. <https://doi.org/10.15407/fsu2015.01.005>
3. Дерень О.В., Григоренко Т.В., Базаєва А.М., Чужма Н.П., Берсан Т.О. Підвищення ефективності вирощування коропа в умовах ставів шляхом удосконалення його раціону. *Рибогосподарська наука України*. 2024. Вип. 3(69). С. 110–129. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.110>
4. Дерень О.В., Федоренко М.О. Обґрунтування та перспективи використання комах як джерела білка у кормах для риб (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 4(66). С. 114–140. <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.114>
5. Добрянська О.П. Ефективність використання в годівлі коропа пребіотика на основі мананових олігосахаридів. *Рибогосподарська наука України*. 2021. Вип. 3(57). С. 60–71. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.03.060>
6. Добрянська О.П., Дерень О.В., Симон М.Ю., Колесник Р.Р. Перспективи використання пребіотика «Актіген» у рибництві (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2022. Вип. 3(61). С. 53–70. <https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.053>
7. Колесник Н.Л., Симон М.Ю., Маренков О.М., Нестеренко О.С., Тушницька Н.Й. Малоцетинкові черви (*Oligochaeta*): аулофлорус, трубочник звичайний, білий енхітрей та гриндаль – цінні кормові об'єкти у рибництві (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2019. Вип. 1(47). С. 28–47. <https://doi.org/10.15407/fsu2019.01.028>
8. Кориляк М.З., Бернакевич О.М., Добрянська О.П., Бобеляк Л.Й. Активність системи антиоксидантного захисту в організмі молоді коропа за згодовування олії розтропші плямистої. *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 4(66). С. 100–113. <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.100>
9. Намік К., Махмуд Ш.С., Абдулрахман Н.М., Гассан В.Р., Садраддін А.А., Рашид Р.М. Вплив годівлі коропа (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) азолою папоро-

теподібною (*Azolla filiculoides* Lam.) на якість його філе. *Рибогосподарська наука України*. 2021. Вип. 1(55). С. 94–111. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.094>

10. Паламарчук Р.А., Дерень О.В., Качай Г.В. Вплив згодовування ама-ранту (*Amaranthus*) на рибницькі та деякі фізіолого-біохімічні показники дволі-ток коропа. *Рибогосподарська наука України*. 2016. Вип. 2(36). С. 73–81. <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2016.02.073>

11. Романов Г.В., Дерень О.В. Особливості та перспективи використання рос-линного білка в годівлі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 1(63). С. 108–140. <https://doi.org/10.15407/fsu2023.01.108>

12. Ahmed I., Jan K., Fatma S., Dawood M.A. Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2022. Vol. 106. P. 690–719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>

13. Ahmed I., Reshi Q.M., Fazio F. The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological param-eters in different fish species: A review. *Aquaculture International*. 2020. Vol. 28. P. 869–899. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00501-3>

14. Bae J., Song Y., Moniruzzaman M., Hamidoghli A., Lee S., Je H., Choi W., Min T., Bai S.C. Evaluation of dietary soluble extract hydrolysates with or without supplementation of inosine monophosphate based on growth, hematology, non-specific immune responses and disease resistance in juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Animals*. 2021. Vol. 11(4). P. 1107. <https://doi.org/10.3390/ani11041107>

15. Baek S.I., Cho S.H. (2024). Effects of dietary inclusion of a crude protein source exhibiting the strongest attractiveness to red sea bream (*Pagrus major*) on growth, feed availability, and economic efficiency. *Animals*. 2024. Vol. 14(5). P. 771. <https://doi.org/10.3390/ani14050771>

16. Ha M.S., Cho S.H., Kim T. Dietary substitution of fish meal by meat meal: Effects on juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) growth performance, feed utilization, haematology, biochemical profile and disease resistance against streptococcus iniae. *Aquaculture Nutrition*. 2021. Vol. 27. P. 1888–1902. <https://doi.org/10.1111/anu.13326>

17. Hancz C. Feed efficiency, nutrient sensing and feeding stimulation in aquaculture: A review. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2020. Vol. 24. № 1. P. 35–54.

18. Hossain M.S., Koshio S., Kestemont P. Recent advances of nucleotide nutrition research in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*. 2019. Vol. 12. № 2. P. 1028–1053. <https://doi.org/10.1111/raq.12370>

19. Hua K., Cobcroft J.M., Cole A., Condon K., Jerry D.R., Mangott A., Praeger C., Vucko M.J., Zeng C., Zenger K., Strugnelli J.M. The future of aquatic protein: Implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*. 2019. Vol. 1, № 3. P. 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>

20. Huang J., Zhou C., Xu F., Luo X., Huang X., Huang Z., Yu W., Xun P., Wu Y., Lin H. Effects of partial replace-ment of fish meal with porcine meat meal on growth performance, antioxidant status, intestinal morphology, gut microflora and immune response of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture*. 2022. Vol. 561, 738646. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738646>

21. Jannathulla R., Rajaram V., Kalanjiam R., Ambasankar K., Muralidhar M., Dayal J.S. Fishmeal availability in the scenarios of climate change: Inevitability of fishmeal replacement in aquafeeds and approaches for the utilization of plant protein sources. *Aquaculture Research*. 2019. Vol. 50. P. 3493–3506. <https://doi.org/10.1111/are.14324>

22. Jeong H.S., Cho S.H. Inclusion effect of jack mackerel meal as feed stimulants in diets replacing different levels of fish meal with various animal protein sources on growth performance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Reports*. 2023. Vol. 28. 101450. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101450>

23. Jeong H.S., Choi D.G., Lee K.W., Cho S.H., Lim S.G., Lee B.J., Hur S.W., Son M.H., Lee S.H., Kim K.W. Attractiveness of various crude feed ingredients

to juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*, Temminck & Schlegel) and its application to aquaculture. *Aquaculture Research*. 2020. Vol. 51. P. 4517–4532. <https://doi.org/10.1111/are.14797>

24. Jeong H.S., Kim J., Olowe O.S., Cho S.H. Dietary optimum inclusion level of jack mackerel meal for olive flounder (*Paralichthys olivaceus*, Temminck & Schlegel, 1846). *Aquaculture*. 2022. Vol. 559. 738432. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738432>

25. Kim H.S., Baek S.I., Lee K.W., Jeong H.S., Cho S.H. Attractiveness of various protein sources to juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*, Hilgendorf 1880). *Journal of Applied Aquaculture*. 2020. Vol. 32. № 3. P. 205–220. <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1655516>

26. Kim H.S., Cho S.H. Dietary inclusion effect of feed ingredients showing high feeding attractiveness to rockfish (*Sebastes schlegeli* Hilgendorf 1880) on the growth performance, feed utilization, condition factor and whole body composition of fish (II). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: *Molecular & Integrative Physiology*. 2019. Vol. 231. P. 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.01.011>

27. Pasquale F. Sustainable food science : a comprehensive approach. Elsevier Inc., 2023. Print.

28. Peng D., Peng B., Li J., Zhang Y., Luo H., Xiao Q., Tang S., Liang X. (2022). Effects of three feed attractants on the growth, biochemical indicators, lipid metabolism and appetite of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*). *Aquaculture Reports*. Vol. 23. 101075. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101075>

29. Psafakis P., Karapanagiotidis I.T., Malandrakis E.E., Golomazou E., Exadactylos A., Mente E. Effect of fishmeal replacement by hydrolyzed feather meal on growth performance, proximate composition, digestive enzyme activity, haematological parameters and growth-related gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 2020. Vol. 521. 735006. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735006>

30. Sim Y.J., Cho S.H., Kim T. Manipulation impacts of jack mackerel meal in low fish meal diets on growth, feed availability, and biochemical composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) and economic analysis. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2025. Vol. 56. № 1. e13096. <http://dx.doi.org/10.1111/jwas.13096>

31. Takakuwa F., Masumoto T., Haruhisa F. Identification of feeding stimulants for greater amberjack *Seriola dumerili* in muscle tissue of jack mackerel *Trachurus japonicus*. *Fisheries Science*. 2019. Vol. 85. № 2. P. 387–395. <https://doi.org/10.1007/s12562-018-01285-w>

32. Taştan Y., Salem M.O.A. Use of phytochemicals as feed supplements in aquaculture: A review on their effects on growth, immune response, and antioxidant status of finfish. *Journal of Agricultural Production*. 2021. Vol. 2. № 1. P. 32–43. <http://dx.doi.org/10.29329/agripro.2021.344.5>

33. Tola S., Sommit N., Seel-audom M., Khamtavee P., Waiho K., Boonmee T., Yungsoi B., Munpholsri N. Effects of dietary tuna hydrolysate supplementation on feed intake, growth performance, feed utilization and health status of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) fed a low fish meal soybean meal-based diet. *Aquaculture Research*. 2022. Vol. 53. P. 3898–3912. <https://doi.org/10.1111/are.15894>

34. Twahirwa I., Wu C., Ye J., Zhou Q. The effect of dietary fish meal replacement with blood meal on growth performance, metabolic activities, antioxidant and innate immune responses of fingerlings black carp, *Mylopharyngodon piceus*. *Aquaculture Research*. 2021. Vol. 52. P. 702–714. <https://doi.org/10.1111/are.14927>

35. Yamamoto T., Matsunari H., Oku H., Murashita K., Yoshinaga H., Furuita H. Supplemental effects of histidine to fishmeal-based and low-fishmeal diets on the growth performance and tissue free amino acid levels of fingerling yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture Sciences*. 2019. Vol. 67. № 4. P. 367–375. <https://doi.org/10.1123/aquaculturesci.67.367>

36. Ye J-D., Wang K., Li F-D., Sun Y-Z. Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Nutrition*. Vol. 17(4). e902–e911. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00863.x>

37. Zaman M.F.U., Li R., Cho S.H. Evaluation of meat meal as a replacer for fish meal in diet on growth performance, feed utilization, chemical composition, hematology, and innate immune responses of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fishes*. 2022. Vol. 7(6). P. 343. <https://doi.org/10.3390/fishes7060343>
