

ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ТА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРОПА

Главатчук Віта Анатоліївна

кандидат сільськогосподарських наук

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0002-9794-319X

vitylya86@ukr.net

У науковій статті описано вплив пробіотичних препаратів на інтенсивність росту і гематологічні показники коропа. Розглянуто питання стимуляції вродженого імунітету коропа за допомогою натуральних і синтетичних імуномодуляторів, а також диверсифіковані програми імунологічного захисту в аквакультури.

*Метою роботи є визначення впливу пробіотичного препарату з *L. Plantarum* на біохімічні та лінійні показники коропа. Об'єкт дослідження – однорічки лускатого коропа української нивківської селекції. Предмет дослідження – маса екземплярів риб, лінійні проміри тіла, біохімічні показники крові, приріст живої маси.*

Для виконання поставленої мети необхідно було: провести моніторинг лінійних та масових змін коропа; розрахувати середньоарифметичні показники маси тіла за різними дослідними групами; провести біохімічні дослідження крові коропів; сформулювати висновки щодо доцільності використання пробіотика.

*Наукова новизна. Комбікорм із додаванням пробіотика *L. Plantarum* та пробіотика, що містить наноселен, використовувалися для годівлі однорічних коропів з метою вивчення впливу складу раціону на темпи росту і біохімічні показники крові. Найкращі результати за динамікою живої маси були отримані у дослідній групі, в раціон якої включали наночастинки селену та пробіотичний препарат. Під час аналізу показників крові у досліджуваних груп виявлено аналогічну картину до оптимізації метаболічного та антиоксидантного статусу. Встановлено, що додавання наноселену у поєднанні з пробіотиками знижує біомаркери оксидативного стресу і перекисного окислення ліпідів, що оптимізує метаболічні показники та зменшує оксидативний стрес у риб.*

*Практичне значення досліджень. Максимальний позитивний ефект при отриманні рибопосадкового матеріалу коропа підвищеної ваги спостерігався при введенні до основного раціону пробіотика *L. Plantarum* в комплексі із селенітом натрія із розрахунку 1 г на 1 кг комбікорму.*

Ключові слова: нивківський лускатий короп, пробіотичні препарати, гематологічні показники, імуномодуляція, оксидативний стрес.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.2.7>

Вступ. Аквакультура постійно адаптується до викликів, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, зміною клімату, стресами та іншими факторами, що можуть впливати на продуктивність рибного господарства.

Під час вирощування різних об'єктів аквакультури, патогени бактеріальної і вірусної природи представляють постійну загрозу для виробництва. Окрім цього, однією з найбільш поширених форм стресового впливу, що значно впливає на продуктивність аквакультурної галузі, є окислювальний стрес.

Для зменшення негативного впливу цього явища можна включити до складу кормів пробіотики та біогенні елементи. Такі функціональні корми можуть стати альтернативою для підвищення природного захисту риб. Вони представляють собою спеціальні дієтичні композиції, що містять добавки для оптимізації антиоксидантного статусу та підтримки імунної системи організму.

Розвиток аквакультури призвів до збільшення зацікавленості у профілактиці та лікуванні хвороб риб. Основною метою вдосконалення методів вирощування є забезпечення добробуту риб за допомогою сучасних технологічних рішень, які дозволяють досягати максимальних результатів виробництва.

Профілактичні заходи дозволяють зменшити негативний вплив загроз на здоров'я риб. Впровадження

імуномодуляторів у практику вирощування є особливо важливим, оскільки вони можуть стимулювати імунну систему. Це є основою для підтримки фізіологічного балансу та гомеостазу у риб, забезпечуючи належне функціонування природних та адаптивних механізмів резистентності (Андерсон, 1992, с. 285).

Основними стратегіями для запобігання захворювань при контрольованому вирощуванні риб та забезпеченню їх здоров'я є профілактичні заходи, що включають імунопрофілактику. У водному середовищі існує багато інфекційних і неінфекційних загроз, які можуть призвести до прямих збитків та обмежити вирощування риби.

Захворювання риб часто є результатом одночасного впливу різноманітних факторів, які поєднуються та важко ідентифікуються. Пестициди, ароматичні вуглеводні, пентахлорфенол, важкі метали та хімічні препарати є особливо токсичними для риб. Біологічний розклад, постійно протікаючий у водних середовищах, перетворює токсичні та інші сполуки в біодоступні речовини, що впливають на рибу. Ці речовини можуть впливати на імунну систему риби, яка виступає як специфічний біоіндикатор якості довкілля (Микитюк та ін., 2009, с. 115–125).

Вроджений імунітет грає важливу роль у захисті від негативних факторів, зокрема патогенів. Застосування методів імуномодуляції дозволяє зміцнити механізми

опору, що сприяє підвищенню ефективності профілактики та лікування захворювань у контрольованому вирощуванні риби.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У водному середовищі існує ряд небезпек, як інфекційних, так і неінфекційних, які можуть призвести до прямих втрат та обмежити вирощування риби. Хвороби риби, як правило, є наслідком взаємодії різних факторів, тому їх важко однозначно відокремити. Ці фактори можуть впливати одночасно на мікрофлору навколишнього середовища та на самих риби. Діюча система реагує на профілактику та лікування хвороб риби лише після появи нових збудників та підтвердження їх діагнозу, а розробка ефективних правових процедур для їх реалізації вимагає часу. Особливо небезпечними є хвороби, які можуть спричинити епізоотії, боротьба з якими вимагає значних ресурсів та міжнародного співробітництва (Алхімова та ін., 2013, с. 240).

Сучасні проблеми, пов'язані із здоров'ям культивованої риби, можуть бути розділені на дві категорії: ті, що підлягають офіційному ветеринарному контролю, і ті, що розв'язуються ветеринарами в рамках приватної практики.

Фактичне виявлення та аналіз небезпеки для здоров'я риби варто здійснювати у трьох паралельних напрямках: моніторинг культури, який включає контроль якості води, поведінку риби, їх ріст, споживання корму та використання засобів захисту (дезінфікуючих засобів); ветеринарний моніторинг, який включає офіційний нагляд в рамках спеціальних програм та моніторинг, який виконується ветеринаром, відповідальним за установу; моніторинг виробників промислової риби, що охоплює систематичні контрольні дослідження риби перед продажем та в кінці виробничого циклу, зокрема у випадках сумнівних ситуацій або при очікуваному або фактичному стресі.

Система профілактики, що спрямована на боротьбу з небезпеками, створеними вірусами, не охоплює інші інфекційні агенти, такі як бактерії, які в даний час є більш серйозною проблемою, особливо з точки зору якості харчових продуктів, що споживаються. Контроль над бактеріальними та паразитарними збудниками риби здійснюється за допомогою діагностичних тестів, проведених у рамках нагляду власника. Ці тести включають клінічну діагностику, вірусні, бактеріальні, мікологічні та паразитологічні дослідження (Альмендрас, 2001, с. 115–118).

Підприємства, що займаються вирощуванням риби, можуть проводити основні дослідження в обраних ними лабораторіях, які мають реєстрацію в структурі відділів ветеринарної гігієни або інших відповідних установ, включаючи лабораторії, які займаються науковими дослідженнями з діагностики хвороб риби. Втрати часто виникають через запізнілу діагностику, відсутність систематичного тестування та зміну сприйнятливості до антибіотиків, що ускладнює процес лікування.

Нові стратегії профілактики та лікування хвороб риби рекомендують включати кількісно-якісний моніторинг мікробіологічного забруднення води для виявлення загрози для риби. Це важливий елемент оцінки ризику, особливо в закритих системах, де аналіз мікробіомів

є важливим для конкретних видів риби і для технології їх вирощування. У критичні періоди ці дослідження можуть служити основою для цілеспрямованої імунопрофілактики (Бергман та ін., 2006, с. 102).

Важко ізолювати культурні об'єкти від навколишнього природного середовища, де можуть проживати потенційні носії хвороб та збудники хвороб. Навіть у закритих системах і тих, які повністю відокремлені від природного середовища, патогени, які можуть бути внесені через корм або людей, можуть з'являтися. Важко ізолювати об'єкти від небезпек, що передаються водою, такі як пестициди, важкі метали, м'які засоби та біоциди. Такі забруднюючі речовини можуть містити елементи з відомими імуноотоксичними, токсичними та канцерогенними властивостями.

На додаток до інфекційних агентів, неінфекційні фактори, які часто бувають набагато складніше усунути, а також можуть бути небезпечними для здоров'я риби, часто зустрічаються у контрольованому вирощуванні. Усі типи рибництва вразливі до цього, включаючи ті, що знаходяться в рециркуляційних системах, де вплив може бути підсилено через обмежений простір, у якому вони перебувають.

Параметри навколишнього водного середовища, такі як температура, рН, вміст кисню, жорсткість, а також вміст азоту та фосфору, потрібно постійно контролювати в усіх типах рибництва. Виконання обов'язкових випробувань двічі на рік, що вимагається для отримання дозволів на водопостачання, є недостатнім, оскільки водне середовище дуже швидко змінне. Токсикологічний та біологічний моніторинг води є необхідним для профілактики та лікування хвороб риби, оскільки він дозволяє ідентифікувати процеси, що відбуваються у цьому середовищі (Гринжевський, 2000, с. 96–123).

Проблеми зі здоров'ям риби, пов'язані з неінфекційними факторами, включають надмірне відкладення жиру, дефіцит вітамінів і мінералів, а також отруєння. Надмірне накопичення жиру досить часто спостерігається у риби (особливо у нерестових), які отримують велику кількість жирів при одночасному дефіциті вітамінів і мікроелементів. Збільшення відкладень жирової тканини навколо внутрішніх органів, особливо серця, може призвести до порушення кровообігу та дегенерації печінки, що може викликати метаболічні та ендокринні розлади.

Дефіцит вітамінів може виникнути як побічний ефект недостатнього рівня вітамінів у кормі. Також дефіцит може бути спричинений запаленням шлунково-кишкового тракту внаслідок хронічних вірусних, бактеріальних інфекцій та паразитарних інвазій, які призводять до фізичного ушкодження слизових оболонок і хронічного запалення.

Усунення корисної сапрофітної бактеріальної флори в травному тракті під час або після лікування антибіотиками також може спричинити такі недоліки. Це безпосередньо впливає на правильний обмін речовин і роботу органів (Бручка-Ястшебська та ін., 2009, с. 442).

Прісноводні риби мають схильність до надмірної гідратції через життя у гіпотонічному середовищі та втрату іонів через зябра. Вони споживають лише невелику кіль-

кість води і потребують більше мінералів у своєму раціоні. Дефіцит таких мінералів як Na, Cl, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu, J, Se особливо важливий для імунної системи. Ці мінерали поглинаються з води та корму, проте якість води та корму, а також фізіологічний стан риби впливають на їхнє засвоєння. Провідність води, яка вказує на вміст іонів у воді, контролюється лише в закритих системах. У інших методах вирощування риби цей тип тестування проводиться дуже рідко, хоча знання мінеральних характеристик води в даному об'єкті може допомогти зменшити вплив цих агентів на функції організму риб.

Контроль за рівнем мікро- та макроелементів у тканинах риб має важливе діагностичне значення, оскільки дозволяє вчасно виявляти патологічні зміни. Зміни у рівнях цих елементів виникають швидко і можуть передувати іншим симптомам, таким як зміни в поведінці риб або видимі ознаки захворювання. Коли у воді недостатньо елементів, риbam слід додавати добавки до корму, щоб уникнути негативних наслідків дефіциту (Багдай, 2016, с. 183).

Активність антиоксидантних ферментів і вміст неферментативних антиоксидантів або мінеральних речовин у рибі взаємозалежні. Дослідження показують, що місце та умови їх вирощування корелюють з антиоксидантними показниками та чутливістю до інфекцій. Наприклад, у форелі, що страждає від вірусних або бактеріальних інфекцій, спостерігається зниження активності антиоксидантних ферментів у нирках, печінці та крові. Ферментативні і неферментативні антиоксиданти грають важливу роль у підтримці балансу між їх активністю і кількістю вільних радикалів, що утворюються в клітинах риб під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів середовища (Грициняк, 2010, с. 8).

Аспекти токсикології стають особливо важливими у випадках отруєння риби, які підтверджуються відносно рідко. Хімічні речовини можуть завдати значної шкоди навіть у невеликих кількостях або при їх накопиченні в організмах протягом тривалого періоду. Стан водного середовища та його стабільність є ключовими факторами, що визначають виникнення інфекційних та неінфекційних захворювань.

Неспецифічні симптоми, такі як некроз плавників і зябер, виразки на шкірі або кровосянина у риб, можуть бути наслідком впливу міських та промислових стічних вод або пестицидів, що потребує уваги при проведенні диференційної діагностики та оцінці ризиків для здоров'я.

Хлорорганічні інсектициди та фосфорорганічні гербіциди, ароматичні вуглеводні, пентахлорфенол, важкі метали та хіміопрепарати є особливо токсичними для риб. У водному середовищі процеси біодеградації постійно зменшують концентрацію цих сполук, проте це визначає біодоступність їх для риб, що може негативно впливати на їх ендокринну або імунну системи, або безпосередньо порушувати функціонування різних органів (Вовк, 2014, с. 212–240).

Застосування біоцидів та антибіотиків широко поширене в рибництві та є одним із найпоширеніших методів лікування, особливо для боротьби з патогенами, які

постійно присутні біля риб. Однак сучасне використання цих препаратів стає об'єктом суперечок, особливо коли вони вводяться разом з кормом (без оболонки) або у ванни, що виливаються безпосередньо в навколишнє середовище, що може викликати негативні наслідки.

Антибіотики не видаляють мікроорганізми з організму; вони або знищують їх (маючи бактерицидну активність), або пригнічують їх ріст (маючи бактериостатичну активність). Однак без належних складових імунної системи ефективно усунення інфекції стає неможливим. У аквакультурі використовуються такі антибіотики, як тетрацикліни, хінолони, аміноглікозиди та сульфаніламіді. Важливо бути обережними при використанні антибіотиків, які довше залишаються в водному середовищі, мігрують через трофічний ланцюг і можуть спричинити розвиток резистентності до антибіотиків у відкладах. Додатковим викликом у закритих системах є захист мікрооточення біофільтра, який визначає рівновагу хімічних параметрів води (Стибель та ін., 2016, с. 80–107).

Тетрацикліни та хінолони є найпоширенішими антибіотиками в аквакультурі. Тетрациклін – це високоефективний антибіотик широкого спектру, який був одним із перших, що використовувалися для лікування культивованих риб. Окситетрациклін є найважливішим препаратом у цій групі, оскільки він ефективний проти більшості мікроорганізмів, що можуть бути патогенними для риб. Тетрациклін вважається імунодепресантом, оскільки він порушує функцію фагоцитів, механізми внутрішньоклітинного знищення та цитотоксичність Т-лімфоцитів як у людей, так і у тварин. Вплив тетрацикліну на функцію фагоцитів може відбуватися як на стадії абсорбції, так і на внутрішньоклітинне знищення. Ефекти тетрацикліну залежать від концентрації препарату, тривалості впливу на клітини та кількості іонів кальцію в навколишньому середовищі. Окситетрациклін пригнічує утворення F-актину, цитоскелетного білка, який визначає рухливість клітин, через хелатування кальцію (Ca²⁺), що перешкоджає механізмам, відповідальним за утворення цих елементів (Боуден, 2008, с. 378).

У риб, так само як і у ссавців, стимуляція клітинних мембран фагоцитів активує НАДФН-оксидазу і сприяє виробництву активних форм кисню, які мають бактерицидні властивості. При застосуванні окситетрацикліну спостерігається пригнічення вироблення вільних радикалів у різних видів риб, а статистично значущі ефекти спостерігаються при дозах від 0,1 до 100 мкг мл⁻¹. Під час лікування органи, багаті на фагоцити, наприклад, нирка, накопичують великі концентрації тетрацикліну, які значно перевищують концентрації у сироватці. Тетрациклін також може впливати на процеси резистентності, в яких беруть участь лімфоцити. Дози антибіотика 6 мкг мл⁻¹ обмежують інкорпорацію 3Н-тимідину та стимулюють ДНК-синтез лімфоцитів коропа під впливом фітогемаглютиніну, що свідчить про інгібуючий вплив препарату на здатність Т-клітин до проліферації відповідно до антигенів (Ане & Негеле, 1985, с. 64).

Окситетрацикліни впливають на швидкість проліферації лімфоцитів двома способами. По-перше, вони діють як хелатори іонів кальцію, що знижує кількість цього еле-

мента в околицях клітин. Це призводить до зменшення надходження іонів кальцію до лімфоцитів після їх стимуляції клітинними мітогенами, що пригнічує синтез ДНК і РНК. По-друге, ОКТ може порушувати синтез мітохондріального білка, навіть при низьких концентраціях, що спричиняє порушення мітохондріального біогенезу. Тетрацикліни діють на бактеріальні клітини, зв'язуючись з субодиноцею рибосоми 30S і пригнічуючи синтез білка в мікроорганізмах (Сондак та ін., 2006, с. 70–93).

Імунопрофілактика наразі є важливою складовою досліджень, оскільки вона спрямована на обмеження або навіть ліквідацію інфекційних захворювань у тварин, зокрема у риб. Це має вирішальне значення для профілактики та лікування захворювань у керованих системах вирощування. Використання вакцин та природних або синтетичних препаратів, які стимулюють як вроджені, так і набуті механізми захисту, допомагає зменшити втрати, спричинені захворюваннями у рибальській галузі.

В даний час імунопрофілактика поділяється на: вроджену – з метою стимуляції вродженого клітинного і гуморальні механізми захисту від поширених патогенних мікроорганізмів, що зустрічаються у водах; адаптивну (вакцини) – спрямовані на стимуляцію адаптивної резистентності до конкретних патогенів.

Імунопрофілактика з використанням імуномодуляторів протягом багатьох років використовується в ставковому рибництві. Біологічна доступність, відсутність токсичної дії на організм риб і людини, а також відсутність будь-якого негативного впливу на природне середовище є основними характеристиками імуномодуляторів. Поділ цієї групи на біопрепаратів (натуральних і синтетичних) постійно змінюється в міру того, як триває пошук нових сполук, які могли б, у найбільшій мірі, потенційно відповідати основним принципам імуномодуляції, які мають підвищити стійкість до хвороб викликані патогенами.

Глюкани належать до найбільш вивчених груп природних імуномодуляторів. Вони є складовою клітинних стінок у грибів, водоростей та зернових. Глюкани представлені у різних структурних формах, таких як водорозчинні олігомери, нерозчинні у воді макромолекули та специфічні сполуки.

У рослинах глюкани стимулюють виробництво антибіотиків з низькою молекулярною масою, відомих як фітоалексини. У безхребетних вони посилюють активність поліфенолоксидази – ферменту, відповідального за каталізатор процесів окислення в гемолімфі. При цьому в низьких і високих хребетних ці сполуки підвищують механізми, які протидіють раку, активують вроджені механізми захисту, а також збільшують антибактеріальний, протівірусний імунітет (Ане, 1983, с. 377).

Проводяться фундаментальні дослідження глюканів з грибів *Basidiomycota* і пивних дріжджів, *Saccharomyces cerevisiae*. Результати досліджень демонструють, що склероглюкан і шизофілан підвищують імунітет форелі та коропа проти бактерій і вірусних інфекцій шляхом активації фагоцитів і підвищення рівня лізоциму та інтерферону. В-глюкани 1,3/1,6, отримані з найбільш активними є *S. cerevisiae*, а їх біодоступність є найбільш ефективною в порівнянні з іншими з про-

тестованих глюканів. Мікронізовані форми глюкан є найбільш біодоступним, оскільки розмір частинок від 0,2 до 1 мкм можуть проникати через стінки кишечника легше і досягають клітин ІS.

Левамізол, який також відомий як тетрагідро-2,3,5,6-феніло-6-імідазотіазол, широко використовується у медицині, ветеринарії та аквакультурі як антипаразитарний препарат. У 1980-х і 1990-х роках були виявлені його властивості стимуляції імунної системи у риб. Левамізол сприяє збільшенню фагоцитозу у макрофагів, що підтверджується тестом на нітросинім тетразолієм, збільшенням кількості клітин, що виробляють антитіла, і активності лізоциму в сироватці коропа.

У досліджах також вивчалися імуностимулюючі властивості левамізолу у молодих коропів після хронічної інтоксикації азотними сполуками (ванна – 1 година у розчині з концентрацією 5 мг/л). Інші дослідження показали, що купання риби у розчині левамізолу (з концентрацією 10 мг/л води) та додавання його до корму протягом 14 днів (5 мг/кг ваги тіла) має імуностимулюючий та захисний ефект, що сприяє підвищенню протівірусного імунітету проти природної інфекції.

Левамізол вважається безпечним препаратом, навіть у дозі, яка вдвічі перевищує рекомендовану, не відомо про негативний вплив на імунні клітини риби, а при чотириразовому збільшенні дози порівняно з рекомендованою не було виявлено випадків смертності. Позитивний вплив левамізолу також підтверджено у випадках виживання осетрових риб на критичних етапах раннього вирощування, зокрема під час переходу від ендогенного до екзогенного годування (між 6-м і 13-м днем) та на пізніших стадіях (між 17 і 22 днями). Цей препарат значно підвищив виживання риб, особливо при введенні до розсмоктування жовткового мішка, досягаючи виживаності на 20% вищої порівняно з контрольною групою. Тоді як при введенні після початку екзогенного годування, різниця у виживаності складала лише 6% порівняно з контрольною групою, яка не отримувала левамізол (Алі та ін., 2010, с. 22).

Мікроорганізми з природного середовища вже довгий час використовуються для запобігання та лікування захворювань як людей, так і тварин. Широкий асортимент мікроорганізмів відіграє важливу роль у стримуванні розвитку інших мікроорганізмів. Було розроблено різноманітні препарати з різними компонентами для використання в рибному господарстві, що сприяють захисту функціонування шлунково-кишкового тракту та загального здоров'я риби (Богусавська, 2015, с. 63).

На основі адаптивних методів імунопрофілактики розробляються вакцини, які стимулюють імунну пам'ять та реакції на повторне проникнення мікроорганізмів. Ці вакцини спрямовані на ефективне запобігання бактеріальним захворюванням і витісняють використання антибіотиків і сульфаніламідів. Мета вакцин полягає у стимулюванні вроджених і адаптивних імунних відповідей для надання тривалого захисту. Ефективність вакцин основана переважно на методах імунізації. Однак, способи введення вакцин, такі як занурення, ванна або ін'єкція, можуть викликати стрес, що обмежує їх ефек-

тивність. Тому альтернативою є введення вакцин через корм (per os), що допомагає уникнути стресу та підвищує наявність антигенів, підвищуючи ефективність вакцин. Продовжується пошук нових методів введення антигенів, таких як підшкірно або ректально. Вакцини дозволили обмежити використання антибіотиків у багатьох країнах, таких як Норвегія. Найбільша кількість вакцин застосовується у США, де зареєстровано близько 30 комерційних вакцин, 19 – у Канаді та 13 – у Японії.

Основи імунізації полягають у врахуванні послідовності, актуальності та застосуванні перед будь-якими прогнозами. Програми профілактики повинні враховувати будь-які ситуації, які можуть обмежити ефективність вакцинації. Імуномодулятори, такі як Віоімпуро I, II, III – IFI, Ergosan та Левамизол, зарекомендували себе в цій ролі, оскільки їх можна вводити до або після вакцинації. Програми захисту можуть базуватися на комерційних вакцинах або автовакцинах. Автовакцини можуть бути розроблені з факторів, що відповідають епізоотичній ситуації, і їх можна систематично оновлювати. Це важливо, щоб на кожній стадії розвитку риби забезпечити можливість проведення імунізації (Катюха & Орел, 2018, с. 234).

Фізіологічні потреби різних стадій розвитку риби визначають функціонування їх імунної системи. У зв'язку з цим імунізація та всі процедури вирощування мають враховувати чутливість різних видів, пов'язану з віком риби та розвитком їхньої імунної системи. На сьогодні програми захисту починаються на етапі генетичного відбору та періоду нересту. Рішення щодо фізіологічних потреб нерестовиків може бути двох типів: для стаціонарних культивованих нерестовиків і для нерестовиків диких видів риби.

Кожен рік маточники піддаються ряду маніпуляцій, спрямованих на прискорення відбору і забезпечення найкращого потомства з високим адаптивним потенціалом. Під час відбору риби для розведення її одомашнюють, що може змінити їхню здатність пристосовуватися до контрольованих умов. Завдяки досягненням у репродуктивній біотехнології стало можливим створювати плідники риб-нерестовиків, які відбираються з дикої риби з метою, серед іншого, поповнення їхнього генетичного фонду. Однак це ускладнює обговорення захисту здоров'я диких популяцій, яких ловлять лише для збору гамет. Транспортування є важливою складовою, як і утримання риби в умовах, що не викликають стресу, наскільки це можливо.

В наш час активно розробляються біотехнології відтворення риби видів, які широко використовуються в аквакультурі. Увага зосереджується на методах отримання яйцеклітин, оцінці якості сперми та впровадженні стандартів криогенного зберігання (Крушельницька та ін., 2020, с. 28).

Для досягнення найкращих результатів використовується гормональна стимуляція під час періоду нересту. Очевидно, що якість отриманої ікри визначає їхню здатність до запліднення, правильний ембріональний розвиток і навіть подальший розвиток потомства. Також очевидно, що методи стимуляції, використані для сти-

мулювання нересту, можуть впливати на якість гамет на молекулярному рівні, що, по суті, стосується експресії генів і кількості їхньої продукції. Будь-які зміни умов навколишнього середовища можуть впливати на клітинні органели жіночих гамет, а також на якість і кількість накопиченого матеріалу, особливо материнської РНК, кількість якої визначає якість ікри. Профілактичні методи можуть прямо впливати на тривалість вилуплення, наприклад, кислотні біоциди можуть зменшити чисельність коропа під час інкубації ікри.

Анестетики, такі як 2-феноксіетанол і MS-222, широко використовуються в аквакультурі. Пропіскін (МФО Ольштин), який містить етомідат як діючу речовину, використовується в наукових дослідженнях. Знеболювання риби під час транспортування (включаючи нерестовиків) у концентраціях 0,05-0,1 мл на літр води, а також введення загального наркозу під час збору ікри за концентрацією 1,0 мл на літр є безпечними для риби. Ці процедури дозволяють обробляти рибу протягом 30 хвилин. Знеболювання риби під час вилупу, транспортування, збору ікри, проведення перевірок та моніторингових досліджень може захистити ікру від пошкоджень, до яких вона чутлива протягом 30 днів до нересту. Це спрощує збір гамет і мінімізує стрес, що виникає у риби, що призводить до підвищення відсотка заплідненої ікри (Косюк та ін., 2016, с. 52–66).

Аналізи в результаті лабораторних досліджень *in vitro* та *in vivo* та дані польових спостережень дозволяють зробити висновок, що імунізаційні методи можуть призвести до посилення виробництва та профілактики захворювань, а також до підвищення ефективності профілактичної імунізації. Програми для профілактики і лікування риби захворювань на об'єктах культури має бути комплексним. Наприклад, програма повного захисту (СРР) у закладі для вирощування коропа має включати наступні процедури: передсезонна дезінфекція водойм, резервуарів та ін обладнання; годування зимуючих риби для поліпшення кондиції (під час м'якої зими короп передчасно витрачає запаси енергії); застосування антистресових заходів під час транспортування риби і при закачуванні води і риби в ставки; введення біопрепаратів (у вигляді ін'єкцій), що містять біостимулятори, вітаміни та мінерали (А, З вітамінами Е і С); застосування антистресових препаратів під час контролю нересту для зниження напруги і механічних травм; раннє введення в корм біостимуляторів на цілорічні заняття (після вилупу зимівлі риби, зариблення вирощувальних водойм) для стимуляції регенерації та покращення стану; проведення необхідних профілактичних ванн для шкіри садна та/або інші травми або зябра та/або шкіри паразитів відзначено під час моніторингу (відловів); дегельмінтизація риби, якщо паразити підтверджені в шлунково-кишкового тракту (профілактично або терапевтично залежно від виду паразита та час введення) (Шерман та ін., 2001, с. 170–178).

Враховуючи сучасні тенденції виробництва органічної продукції харчування, в тому числі в аквакультурі, біологічними методами для профілактики та лікування захворювань є кращими, оскільки вони безпечні

для риб, споживачів і навколишнього середовища. Постійне покращення імунологічного стану риб, починаючи з нерестовиків і закінчуючи рибою комерційного розміру, це метод що відповідає цьому руху. Поліпшення методи профілактики та лікування хвороб риб система, яка спрямована на правильну та ефективну діагностику запобігання та вирішення проблем, які можуть прямо чи опосередковано обмежувати культуру та розвиток аквакультури. Створення стратегій на основі потоку інформації серед об'єктів аквакультури, ветеринарів, відповідальних за моніторинг та втручання, і наукове співтовариство може лише служити посилити та зосередити цей процес (Давидов & Темніханов, 2004, с. 111–125).

Селен є одним з найважливіших мікроелементів для живих організмів, у тому числі і для риб. Його наявність в середовищі впливає на ріст, розвиток та загальний стан водних організмів. У практиці рибництва використання селеновмісних препаратів має важливе значення для підтримання здоров'я риб та збільшення рибпродуктивності.

Один із способів використання селену в рибництві – це додавання його до рибних кормів. Селен сприяє підвищенню імунітету риб, що допомагає їм краще витримувати стресові ситуації, швидше адаптуватися до змін у середовищі і запобігати захворюванням. Крім того, селен покращує абсорбцію живильних речовин і сприяє розвитку м'язів, що може позитивно вплинути на їх якість.

Ще одним способом використання селену у практиці рибництва є його застосування для очищення води в аквакультурі. Селен має властивість зв'язувати токсичні метали, такі як кадмій, ртуть та свинець, що можуть потрапляти в водоймища через промислове забруднення або землеробське використання хімічних добрив. Застосування селеновмісних препаратів допомагає зменшити токсичний вплив цих речовин на риб та дозволяє зберігати екологічну чистоту водних ресурсів.

Створення комплексних селеновмісних пробіотичних препаратів мотивовано характеристиками селену (Se) – металоїду з окислювально-відновлювальними властивостями, який бере участь у редокс-процесах організму і є ключовим для селеновмісних білків – селенопротеїнів, кількість яких різна для різних видів. В наш час значна увага приділяється біодоступним формам селену, включаючи біоселен, який можна одержувати за допомогою пробіотичних мікроорганізмів. З розвитком нанотехнологій нано-Se зацікавив дослідників аквакультури своєю високою каталітичною активністю, антимікробними властивостями та меншою токсичністю порівняно з неорганічним селеном.

З літературних джерел відомо, що ефективність додатку селену залежить від його форми, складу раціону, виду риби і розміру тіла. Зазвичай селен може бути включений у склад корму для аквакультур у неорганічній формі. Однак застосування високих концентрацій неорганічного селену може викликати екологічні проблеми через значну кількість селену, яка виділяється з фекаліями.

Останнім часом зросло зацікавлення у використанні наночастинок мікроелементів як добавок до корму для тварин, оскільки вони мають більшу біодоступність порівняно з неорганічними солями. Наночастинки легше вбираються біологічними системами і можуть впливати на організм при менших концентраціях, що веде до зниження витрат на годівлю та зменшення собівартості продукції (Андерсон & Сивицький, 1996, с. 197).

У галузі аквакультури проводилися дослідження з використанням Nano-Se у вирощуванні різних видів риб. Отримані результати вказують на позитивний вплив на загальний стан тварин, їх продуктивність і зміцнення імунної системи. Наприклад, в раціоні рибок даніо застосування Se-NPs призвело до збільшення активності СОД. Nano-Se легше доступний для біологічної системи, що дозволяє швидше розпізнання його кишечником та органами травлення, що, в свою чергу, підвищує абсорбцію і використання корму, сприяючи прискоренню темпу росту.

Після аналізу останніх досліджень і наукових публікацій стало зрозуміло, що наноселен та пробіотики використовуються як імуномодулятори та антиоксиданти в годівлі різних об'єктів аквакультури, але їх комплексне застосування мало досліджено. Таким чином, у нашому дослідженні ми вирішили використати Nano-Se, отриманий методом біологічного синтезу за допомогою пробіотичного штаму лактобактерій, для вивчення його впливу на морфометричні і біохімічні показники однорічного коропи.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на водних об'єктах ВСП Чернятинського фахового коледжу Вінницького національного аграрного університету. Сумарна площа водного дзеркала становить 113 га.

Дослідження з перевірки ефективності використання біогенного наноселену в комплексі з пробіотиком здійснювали на однорічках коропи української селекції – нивківський лускатий та у відповідності з науково-методичними рекомендаціями.

Фізико-хімічні показники води у дослідних водоймах відповідали загальним вимогам та нормам для рибогосподарських підприємств, які підтримувались протягом 40 днів дослідження за допомогою систем фільтрації, аераторів та терморегуляторів.

Відповідно до схеми досліду, після підготовчого періоду, було сформовано чотири групи по п'ятнадцять екземплярів (табл. 1).

В якості основного раціону (ОР) використовували збалансований комбікорм для однорічок коропи K-111/2, який призначений як для ставів, так і для годівлі в індустріальних умовах.

Контрольну групу годували комбікормом K-111/2. Дослідну групу № 1 комбікормом K-111/2 з додаванням пробіотику (*L. Plantarum*); дослідну групу № 2 – *L. Plantarum*, збагачений біогенним наноселеном, дослідну групу № 3 – *L. Plantarum* + наноселен, одержаний фізико-хімічними методами.

Культуру *L. Plantarum* вирощували на MRS broth (Difco) при збагаченні культурального середовища

Характеристика схеми досліджу

Група	Складений раціон
період: 1-15 доба дослідження	
контрольна	ОР
дослідна група № 1	ОР + L. Plantarum (1/1000)
дослідна група № 2	ОР + L. Plantarum + селеніт Na (1/1000)
дослідна група № 3	ОР + L. Plantarum + наноселен (1/1000)
період: 16-25 доба дослідження	
контрольна	ОР + дафнії
дослідна група № 1	ОР + дафнії
дослідна група № 2	ОР + дафнії
дослідна група № 3	ОР + дафнії
період: 26-40 доба дослідження	
контрольна	ОР
дослідна група № 1	ОР + L. Plantarum (1/1000)
дослідна група № 2	ОР + L. Plantarum, збагачений біогенним наноселеном(1/1000)
дослідна група № 3	ОР + L. Plantarum + наноселен (1/1000)

Na₂SeO₃ в концентрації 0,05 мг/мл аеробно, трансформацією неорганічної форми селена в наноселен та з подальшою ліофілізацією культур. Годівля проводилась відповідно до складеного графіку два рази на добу.

Морфометричний аналіз досліджуваних риб проводили за загальноприйнятими методиками в іхтіології. Визначали масу риб (М), іхтіологічну довжину (L) і максимальну висоту (H) тіла. Відбір крові проводили відповідно до методичних вказівок.

Для оцінки показників системи ПОЛ-АОЗ в сироватці крові проводили визначення вмісту гідропероксидів ліпідів, ТБК-активних продуктів (продуктів, що реагують з тіобарбітуровою кислотою та активність глутатіонпероксидази, супероксиддисмутази, каталази).

Вміст білку, тригліцеридів, креатинину, активність амінотрансфераз (АЛАТ, АСАТ) проведено з використанням загальноприйнятих методик за допомогою тест-наборів «Філісіт-Діагностика» (Україна).

Результати. На початковому етапі дослідження за масою тіла однорічки всіх дослідних груп істотно не відрізнялись, середні значення цього показника були в межах 17,4–17,6 г. За показниками висоти і довжини тіла також не було істотних відмінностей (табл. 2).

На 15 добу досліджу результати вагового аналізу показали, що найбільші значення приросту спостерігалися в дослідних групах № 1 і 2, середні значення показника маси тіла становили 30,2 і 31,2 г відповідно. В контрольній групі середня маса була на рівні 28,3 г. Середньоарифметичне значення маси тіла в дослідній групі № 3 на 15 добу досліджу було 29,7 г. Схожа тенденція відзначалась і за показниками довжини і висоти тіла. Найвищі значення були зафіксовані в дослідних групах № 1 і 2. Аналогічні результати можна було спостерігати протягом всього періоду дослідження.

Середньоарифметичний показник маси тіла в кінці досліджу для однорічок коропа в дослідній групі № 1 становив 45,1 г при довжині тіла 12,1 см і висоті тіла 4,2 см. В другій дослідній групі значення цих показників були ще вищими – 46,3 г; 12,3 і 4,4 см відповідно.

Приріст в контрольній групі за дослідний період склав 21,6 г; в першій – 27,5 г; в другій – 28,8 г; в третій – 26,1 г. Тобто, в порівнянні з контрольною групою в усіх варіантах досліджу було відзначені більш високі значення вагових і морфометричних показників однорічок коропа.

Таким чином, максимальний позитивний ефект при отриманні рибопосадкового матеріалу коропа підвищеної ваги, спостерігався при введенні до основного раціону пробіотику L. Plantarum в комплексі із селенітом натрія із розрахунку 1 г на 1 кг комбікорму.

За результатами біохімічних досліджень було встановлено, що рівні загального білку в сироватці крові риби дослідних груп, які отримували добавку пробіотику, пробіотику і селеніту натрію та наночастинок селену і пробіотику, підвищилися, достовірні ці зміни були в дослідній групі № 2 – 34,65 г/л і № 3 – 27,42 г/л.

Вплив пробіотику в комплексі з неорганічною формою селену і наноселеном призвело до зниження окислених форм ліпідів на достовірну величину в порівнянні з контрольною групою (4,42 г/л) відповідно на – 5,63 г/л і – 5,98 г/л. Вміст сечової кислоти, загальних ліпідів і тригліцеридів не зазнало істотних змін у порівнянні з контрольною групою. Рівень продуктів первинної ланки ліпопероксидації (гідропероксидів) і вторинних продуктів пероксидного окислення ліпідів (ТБК-АП) в крові знижувався у риб дослідних груп від – 1,79 од.Е/мл до – 1,12 од.Е/мл (табл. 3).

Перекисне окислення ліпідів або реакція кисню з ненасиченими ліпідами утворює широкий спектр продуктів окислення. Основними первинними продуктами перекисного окислення ліпідів є гідропероксиди ліпідів (LOOH). Серед безлічі різних альдегідів, які можуть утворюватися як вторинні продукти під час перекисного окислення ліпідів, малоновий діальдегід (MDA), пропанал, гексанал та 4-гідроксинанонал (4-HNE). MDA виявляється найбільш мутагенним продуктом перекисного окислення ліпідів, тоді як 4-HNE є найбільш токсичним. MDA – високотоксична речовина, що виробляється при розкладанні перекису ліпідів, яке може викликати пошко-

Показники маси та промірів однорічок коропа

Показники	Дослідні групи			
	контрольна	дослідна № 1	дослідна № 2	дослідна № 3
На початку дослідження				
М, г	17,6	17,6	17,5	17,4
L, см	8,7	8,7	8,6	8,7
H, см	3,0	3,1	3,0	3,0
На 15 добу дослідження				
М, г	28,6	30,2	31,2	29,7
L, см	9,2	9,3	9,4	9,3
H, см				
На 26 добу дослідження				
М, г	32,8	35,2	36,3	33,9
L, см	10,1	10,3	10,6	10,3
H, см	3,8	3,9	3,9	3,7
На етапі завершення дослідження				
М, г	39,2	45,1	46,3	43,5
L, см	11,6	12,1	12,3	12,0
H, см	4,1	4,2	4,4	4,1

Таблиця 3

Показники біохімії крові однорічок коропа

Показники	Контроль	Дослідні групи		
		№ 1	№ 2	№ 3
Загальний білок, г/л	21,85	26,02	34,65	27,42
Загальні ліпіди, г/л	4,82	6,12	5,63	5,98
Каталаза, ммоль H ₂ O ₂ /мг білка/хв.	21,1	22,67	29,79	23,67
Гідропероксиди, од.Е/мл	2,69	1,79	1,12	1,57
ТБК-АП, мкмоль/л	5,11	4,72	3,04	4,42
Сечова кислота, мкмоль/л	264,7	288,5	278,4	291,7
Триацилгліцероли, ммоль/л	1,32	1,42	1,56	1,39
Супероксиддисмутаза, у.о./мг білка	3,32	3,68	4,85	3,92
ГП, мкмоль GSH/мг білка*хв	25,9	27,3	34,6	31,42
Креатинин, ммоль/л	0,34	0,29	0,26	0,3
АЛТ, ммоль/(л*ч)	0,29	0,27	0,25	0,28
АСТ, ммоль/(л*ч)	0,48	0,47	0,38	0,44

дження організму, відображаючи ступінь пошкодження клітин і перекисного окислення ліпідів в клітинах тварин.

Таким чином, аналізуючи характер зміни такого показника, як ТБК-АП, необхідно враховувати його пріоритетне значення в порівнянні з іншими показниками ПОЛ, оскільки до складу ТБК-АП входить ряд високо-реакційних сполук, які діють на всі компоненти клітини, включаючи ДНК, і призводять до дезорганізації мембранної структури клітин. Утворені в процесі ПОЛ ТБК-активні продукти забезпечують багатofакторне явище, яке визначається як ендогенна інтоксикація, і спільно з накопиченням середньомолекулярних пептидів, обтяжують перебіг захворювань, що супроводжуються підвищенням концентрації цих продуктів ПОЛ.

Встановлено, що активність каталази (CAT), супероксиддисмутази (SOD) і глутатіонпероксидази (GPX) вірогідно збільшилася в крові у риб, які зазнали впливу біогенного наноселену і пробіотику в порівнянні з кон-

трольною групою $p \leq 0,001$ – 29,79 ммоль H₂O₂/мг білка/хв, 4,85 у.о./мг білка та 34,6 мкмоль GSH/мг білка*хв відповідно.

Реакція антиоксидантного захисту після окислювального стресу, викликаного факторами навколишнього середовища, є важливою реакцією, оскільки вона знижує якість м'яса через пероксидне окиснення ліпідів і негативно впливає на здоров'я риб. Активність SOD, CAT та GPX, як один із важливих антиоксидантних ферментів, можна розглядати як біомаркери окисного стресу на додаток до вказівки на антиоксидантну здатність водних організмів.

В наших дослідженнях додавання наноселену успішно збільшувало активність SOD, CAT та GPX і зменшувало вміст кінцевих продуктів пероксидного окислення ліпідів (ТБК-АП), головним з яких є малоновий діальдегід (МДА).

Підвищення антиоксидантних властивостей у риб після споживання наноселену може бути пов'язано

з роллю Se в утворенні селеноцистеїну, який присутній в активному центрі ферменту GPX.

Вміст креатиніну в сироватці крові, як маркера для оцінки функції нирок, тригліцеридів, загальних ліпідів, сечової кислоти не мали суттєвих змін відносно контрольної групи.

Активність ферментів-маркерів цитолізу гепатоцитів (аланінамінотрансфераза – ALT та аспартатамінотрансфераза – AST) мала тенденцію до зменшення, що свідчить про певну гепатопротекторну дію пробіотику та комплексу пробіотику і наноселену.

Висновки. За результатами проведених досліджень щодо ефективності включення в комбікорм пробіотику *L. Plantarum* та різних форм селену при годівлі однорічок коропа отримано кращі результати щодо динаміки живої маси, метаболічного та антиоксидантного статусу. Додавання однорічкам коропа другої дослідної групи пробіотичного препарату *L. Plantarum* збагаченого біогенним наноселеном в дозі 1 кг на 1 т корму дозволяє підвищити на етапі завершення досліджень їх масу тіла на 15,3%, довжину та висоту тіла – відповідно на

5,7% та 6,8%. Застосування в годівлі однорічок коропа добавок пробіотику (1-га дослідна група), пробіотику в поєднанні з селенітом Na (2-га дослідна група) та пробіотику в поєднанні з наноселеном (3-тя дослідна група) сприяє підвищенню на етапі завершення досліджень в сироватці крові загального білка відповідно на 16%, 26,9% та 20,3%, збільшенню рівня загальних ліпідів – на 21,2%, 14,4% та 19,4%, зростання активності ферменту каталази – на 7,0%, 29,2% та 10,8%. Введення до повнораціонного комбікорму K-111/2 коропа пробіотичної добавки *L. Plantarum*, збагаченої біогенним наноселеном найбільше знижує рівень внутрішньоклітинного ферменту аланінамінотрансферази та ендогенного ферменту аспартатамінотрансферази, що призводить до зменшення оксидативного стресу у риби. Введення до раціону коропа пробіотику збільшує активність ферментів каталази, супероксиддисмутази та глутатіонпероксидази, знижує рівень біомаркерів оксидативного стресу і перекисного окислення ліпідів, що призводить до оптимізації метаболічних показників та зменшення оксидативного стресу у риби.

Бібліографічні посилання:

1. Alkhimova Yu.M., Neznamov S.O., Sherman I.M. (2013). Vplyv abiotychnykh i biotychnykh faktoriv seredovyshcha staviv, pobudovanykh na torfianykh i pishchanykh gruntakh, na efektyvnist vyroshchuvannya tsoholitkiv koropovykh [The influence of abiotic and biotic environmental factors of ponds built on peat and sandy soils on the efficiency of this year's carp breeding]. *Kherson: Taurian Scientific Bulletin*. Vol. 84. P. 238–242 (in Ukrainian).
2. Bahdai T. (2016). Korop zvychayni u vodnykh ekosystemakh ta akvakulturi [Common carp in aquatic ecosystems and aquaculture]. Lviv: Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Series: Agronomy. № 20. P. 182–186 (in Ukrainian).
3. Vovk N.I., Bozhyk V.I. (2014). Ikhtopatohiia [Ichthyopathology]. Kyiv: P. 308 (in Ukrainian).
4. Hrynzhovskyi M.V. (2000). Intensyfikatsiia vyrobnytstva produktsii akvakultury u vnurishnykh vodoimakh Ukrainy [Intensification of production of aquaculture products in internal water bodies of Ukraine]. Kyiv: World. P. 188 (in Ukrainian).
5. Hrytsyniak I.I. (2010). Naukove zabezpechennia rozvytku akvakultury ta pidvyshchennia efektyvnosti vykorystannia vodnykh bioresursiv vnurishnykh vodoim Ukrainy [Scientific support for the development of aquaculture and increasing the efficiency of the use of aquatic biological resources of inland water bodies of Ukraine]. Kyiv: Institute of Fisheries of the National Academy of Sciences. Fisheries science of Ukraine. № 1. P. 4–13 (in Ukrainian).
6. Davydov O.M., Temnikhanov Yu.D. (2004). Osnovy veterynarno-sanitarnoho kontroliu u rybnystvi [Basics of veterinary and sanitary control in fish farming]. Kyiv: «INKOS». P. 144 (in Ukrainian).
7. Katiukha S.M., Orel A.M. (2018). Rol aboryhennykh ryb u vynykenni invazii sered ryb-vselentsiv [The role of aboriginal fish in the emergence of invasions among resident fish]. Kyiv: Veterinary biotechnology. Vol. 32 (2). P. 230–235 (in Ukrainian).
8. Kononenko R.V., Shevchenko P.H., Kondratiuk V.M., Kononenko I.S. (2016). Intensyvni tekhnologii v akvakulturi [Intensive technologies in aquaculture]. Kyiv: «Center for educational literature». P. 410 (in Ukrainian).
9. Kosiuk T.H., Hrynchuk Yu.Iu., Dmytruk I.V. (2016). Vyrobnytstvo i vykorystannia kombikormiv u hodivli ryb. Yakosti, bezpeky vyrobnytstva ta pererobky produktsii. [Production and use of compound feed in fish feeding. Quality, safety of production and processing of products]. Kyiv: P. 94 (in Ukrainian).
10. Krushelnytska O.V., Loboiko Yu.V., Pukalo P.Ia., Kravets S.I. (2020). Sanitarno-gigienichni doslidzhennia vody, gruntu ta kormu dlia ryb: navchalno-metodychnyi posibnyk [Sanitary and hygienic research of water, soil and feed for fish: educational and methodological guide]. Lviv: P. 44 (in Ukrainian).
11. Mykytiuk P.V., Dzhmil V.I., Bukalova N.V. ta in. (2009). Praktykum z biolohii, patolohii ta vetsanekspertyzy prysnovodnoi ryby [Workshop on biology, pathology and veterinary expertise of freshwater fish]. Bila Tserkva: P. 160 (in Ukrainian).
12. Sondak V.V., Hrytsyk O.B., Rud O.H. (2016). Invaziini khvoroby ryb: navchalnyi posibnyk [Invasive fish diseases: a study guide]. Rivne: НУВГП. P. 145 (in Ukrainian).
13. Stybel V.V., Berezovskyi A.V., Dovhii Yu.Iu. ta in. (2016). Invaziini khvoroby ryb: navchalnyi posibnyk [Invasive fish diseases: a study guide]. Zhytomyr: Polissia. P. 142 (in Ukrainian).
14. Sherman I.M., Hrynzhovskyi M.V., Zheltov Yu.O. (2001). Hodivlia ryb [Fish feeding]. Kyiv: Higher Education. P. 269 (in Ukrainian).
15. Ahne W. (1983). Presence of infectious pancreatic necrosis virus in the seminal fluid of the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Diseases* № 6. P. 377–378
16. Ahne W., Negele R.D. (1985). Studies on the transmission of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* № 29. P. 61–65

17. Almendras J.M.E. (2001). Immunity and biological methods of disease prevention and control. G.D. Lio-Po, C.R. Lavilla, E.R. Cruz-Lacierda, Tigbauan, Iloilo, Philippines SEAFDEC Aquaculture Department: Health management in aquaculture (Eds). P. 111–136
18. Aly S.M., Abb-Allah O., Mahmoud A., Gafer H. (2010). Efficiency of levamisole in improving the immune response of catfish (*Clarias gariepinus*) to *Aeromonas hydrophila* vaccine: clinico-pathological studies. *Mediterranean Aquaculture Journal*. Vol. 4 (1). P. 18–26
19. Anderson D. (1992). Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Annual Review of Fish Diseases*. Vol. 2. P. 281–307
20. Anderson D.P., Siwicki A.K. (1996). Pollutant exposures and drug treatments of fish: detection of the effects on the immune response and protection against diseases. Oxford & IBH Publishing Co: *The Role of Aquaculture in World Fisheries*. P. 195–199
21. Bergmann S.M., Kempter J., Sadowski J., Fichter D. (2006). First detection, confirmation and isolation of koi herpesvirus (KHV) in cultured common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Poland. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. Vol. 26 (2). P. 97–104
22. Bogusawska E. (2015). The co-existence of microorganisms in biofilm as the basis for the functionality of biological deposits. Gdynia: Training Materials for the XL Salmonid Aquaculturist Conference (Ed.) A. Kowalska. P. 57–66
23. Bowden T.J. (2008). Modulation of the immune system of fish by their environment. *Fish Shellfish Immunol*. Vol. 25. P. 373–383
24. Brucka-Jastrzebska E., Kawczuga D., Rajkowska M., Protasowicki M. (2009). Levels of microelements (Cu, Zn, Fe) and macroelements (Mg, Ca) in freshwater fish. *Journal of Elementology*. Vol. 14. P. 437–447

Glavatchuk V. A., Candidate of Agricultural Sciences, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine
Influence of probiotic drugs on growth intensity and hematological indicators of carp

The scientific article describes the effect of probiotic preparations on growth intensity and hematological indicators of carp. The question of stimulation of the innate immunity of carp with the help of natural and synthetic immunomodulators, as well as diversified programs of immunological protection in aquaculture, is considered.

*The aim of the work is to determine the effect of a probiotic preparation from *L. Plantarum* on the biochemical and linear parameters of carp. The object of the study is one-year-old scaly carp of the Ukrainian Nivkiv selection. The subject of the study is the weight of fish specimens, linear body measurements, biochemical indicators of blood, live weight gain.*

To fulfill the set goal, it was necessary to: monitor linear and mass changes of carp; to calculate the average arithmetic indicators of body weight according to different experimental groups; conduct biochemical studies of the blood of carp; formulate conclusions regarding the expediency of using probiotics.

*Scientific novelty. Combined feed with the addition of *L. Plantarum* probiotic and nanoselenium-containing probiotic was used to feed one-year-old carp in order to study the influence of diet composition on growth rates and biochemical blood parameters. The best results in terms of live mass dynamics were obtained from the research group whose diet included selenium nanoparticles and a probiotic preparation. During the analysis of blood indicators in the studied groups, a similar picture was revealed before the optimization of the metabolic and antioxidant status. It was established that the addition of nanoselenium in combination with probiotics reduces biomarkers of oxidative stress and lipid peroxidation, which optimizes metabolic parameters and reduces oxidative stress in fish.*

*Practical significance of research. The maximum positive effect in obtaining fish planting material of carp of increased weight was observed when the probiotic *L. Plantarum* was introduced into the main diet in a complex with sodium selenite at the rate of 1 g per 1 kg of compound feed.*

Key words: Nivkiv scaly carp, probiotic preparations, hematological indicators, immunomodulation, oxidative stress.