МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЇ, БІОРЕСУРСІВ ТА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Спеціальність H5 Водні біоресурси та аквакультура

Допускається до захисту
Зав. кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
доктор вет. наук, професор _____ Н.Є. Гриневич
"16" 11 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ПОРІВНЯЛЬНА БІОЛОГІЧНА ХАРКТЕРИСТИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РИБ РІЗНИХ ТАКСОНОМІЧНИХ ГРУП НА ПРИКЛАДІ ПЛЯМИСТОГО ГУРАМІ (*TRICHOGASTER TRICHOPTERUS*) І МЕЧЕНОСЦЯ ЗЕЛЕНОГО (*XIPHOPHORUS HELLERI*)

Виконав(ла): Кібальниченко Дар'я Олександрівна
прізвище, ім'я, по батькові, підпис

Керівник : доцент, к.с.г.н. Трофимчук А.М.
вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Рецензент: професор Гриневич Н.Є.
вчене звання, прізвище, ініціали підпис

Біла Церква – 2026 р.

БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДЕКЛАРАЦІЯ

про дотримання академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи

Я, Рибальчикова Дар'я Олександрівна,

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

здобувач(ка) другого рівня вищої освіти за освітньою програмою Водні біоресурси та аквакультура,

підтверджую, що кваліфікаційну роботу з теми:

«Порівняльна біологічна характеристика та оптимізація технології вирощування декоративних видів риб різних таксономічних груп»

виконано мною з дотриманням принципів і правил академічної доброчесності.

Підтверджую, що:

- роботу виконано особисто на основі власних розробок і суджень;
- у роботі належним чином зазначено авторство та джерела використаних текстів, ідей, даних, зображень та інших матеріалів;
- наведені результати дослідження, дані та висновки є достовірними;
- робота не містить свідомо сфабрикованої чи сфальсифікованої інформації.

У процесі виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту, зокрема для оформлення та редагування тексту (ChatGPT, Gemini, DeepSeek тощо), для перекладу тексту (Deepl, Google Translate, ChatGPT тощо), для створення або редагування зображень (NanoBanana 2, Midjourney, Stable Diffusion тощо), для написання чи оптимізації коду (GitHub Copilot, Tabnine, Codeium тощо). Відомості про це наведено в роботі згідно з вимогами законодавства та встановленими правилами академічної доброчесності.

(у разі використання ШІ обрати відповідну опцію)

Я усвідомлюю відповідальність за зміст кваліфікаційної роботи та дотримання вимог академічної доброчесності під час її підготовки.

Дата: 10.11.26

Здобувач(ка) вищої освіти: _____

(підпис / кваліфікований електронний підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Екологічний факультет

Спеціальність Н5 Водні біоресурси та аквакультура

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП "Водні біоресурси та аквакультура"
другого (магістерського) рівня вищої освіти
професор Гриневич Н.Є.
23.09 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачці
Кібальниковій Дар'ї Олександрівни

Тема: " ПОРІВНЯЛЬНА БІОЛОГІЧНА ХАРКТЕРИСТИКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РИБ РІЗНИХ ТАКСОНОМІЧНИХ ГРУП НА ПРИКЛАДІ ПЛЯМИСТОГО ГУРАМІ (*TRICHOGASTER TRICHOPTERUS*) І МЕЧЕНОСЦЯ ЗЕЛЕНОГО (*XIPHOPHORUS HELLERI*) "

Затверджено наказом ректора №487/С від 12.11 2026
Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат:
до "10" 11 2026 р.
Перелік питань, що розробляються в роботі. Вихідні дані.

Надати порівняльну біологічну характеристику плямистого гурамі та меченосця зеленого, розробити рекомендації щодо оптимізації технології їх вирощування в умовах штучного відтворення. Для цього необхідно проаналізувати систематичне положення, морфологічні та біологічні особливості досліджуваних видів; вивчити особливості розмноження та ембріонально-личинкового розвитку; дослідити ріст і виживаність молоді за різних технологічних умов вирощування; порівняти вимоги до гідрохімічних параметрів середовища та кормових раціонів; розрахувати економічну ефективність вирощування декоративних видів риб: плямистого гурамі та меченосця зеленого за використання різних кормів.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	до 15.09.2026	виконано
Методична частина	до 21.09.2026	виконано
Дослідницька частина	до 09.10.2026	виконано
Оформлення роботи	до 27.10.2026	виконано
Перевірка на плагіат	до 05.11.2026	виконано
Подання на рецензування	до 10.11.2026	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	16.11.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи:

доцент, к. с. г. н. Трофимчук А.М. _____

(вчене звання, прізвище, ініціали) *(підпис)*

Здобувач:

Рибальченкова Д.О. _____

(прізвище, ініціали) *(підпис)*

Дата отримання завдання "23" 09 2025 р.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Позначення	Розшифрування
А	абсолютний приріст маси, г
Ад	середньодобовий приріст маси, мг/добу
В	відносний приріст маси, %
в.п.	відсотковий пункт
грн	гривня
Ів	індекс високоспинності (індекс форми тіла), %
КК	кормовий коефіцієнт
РАС	рециркуляційні аквакультурні системи
УЗВ	установки замкнутого водопостачання
Хд	значення показника в дослідній групі
Хк	значення показника в контрольній групі
шт.	штук
Cv	коефіцієнт варіації, %
H	найбільша висота тіла риби, см
h	найменша висота тіла (висота хвостового стебла), см
hc	довжина голови, см
L	загальна довжина тіла з хвостовим плавцем, см
l	довжина тіла без хвостового плавця, см
ln	натуральний логарифм
N1	кількість риб на початку досліду, шт.
N2	кількість риб у кінці досліду, шт.
n	кількість спостережень
pH	активна реакція середовища (водневий показник)
Q	кількість згодованого корму, г
S	виживаність, %
SGR	питома швидкість росту (specific growth rate), %/добу
t	тривалість періоду, діб
W1	середня маса особини на початку періоду, г
W2	середня маса особини в кінці періоду, г
$\bar{x}$	середнє арифметичне значення
xi	окреме значення ознаки
ΔM	приріст іхтіомаси групи, г
Δ	різниця між дослідною та контрольною групами, %
σ	середнє квадратичне відхилення
°C	градус Цельсія
°dH	градус загальної жорсткості води

РЕФЕРАТ

Кібальникова Д.О. Порівняльна біологічна характеристика та оптимізація технології вирощування декоративних видів риб різних таксономічних груп.

Досліджено біологічні особливості, ріст, виживаність, морфометричні показники та ефективність використання кормів у 2 видів декоративних риб, що належать до різних таксономічних груп. Перший – плямистий гурамі (*Trichogaster trichopterus*), ікрометний лабіринтовий вид родини *Osphronemidae*. Другий – меченосець зелений (*Xiphophorus* helleri), яйцеживородний вид родини *Poeciliidae*. Об'єкт дослідження – процес вирощування молоді декоративних риб в умовах акваріумної аквакультури. Предмет дослідження – вплив типу корму на біологічні та економічні показники вирощування.

Використано методичні підходи та методи: науково-господарський дослід за методом груп-аналогів тривалістю 42 доби в 4 акваріумах за температури 25–26 °С. Контрольні групи годували сухим комбінованим кормом власного виготовлення, дослідні – замороженим кормом Aquaria асорті. Застосовано групове контрольне зважування, морфометричний аналіз за 5 ознаками (L, l, H, h, hc), розрахунок абсолютного, відносного приросту та питомої швидкості росту, індексів будови тіла, кормового коефіцієнта за натуральною масою і сухою речовиною. Також використано візуальну оцінку фізіологічного стану риб та швидкості споживання корму, статистичну обробку результатів у програмі Microsoft Excel і економічний аналіз.

Зроблено висновок, що для плямистого гурамі економічно та біологічно доцільним є використання замороженого корму. Він знижує витрати корму на 1 г приросту на 44,7 % і підвищує рентабельність з 22,7 до 36,7 %, що становить близько 6233 грн додаткового прибутку на 1000 особин. Для меченосця зеленого оптимальним є комбінований раціон на основі сухого корму з додаванням замороженого.

Одержані результати можуть бути використані в акваріумних і фермерських господарствах декоративного напрямку для оптимізації годівлі молоді, а також у навчальному процесі за спеціальністю 207 Водні біоресурси та аквакультура.

Кваліфікаційна робота магістра містить 75 сторінки, 28 таблиць, 11 рисунків, список використаних джерел із 50 найменувань, 2 додатки.

Ключові слова: декоративне рибництво, плямистий гурамі, меченосець зелений, заморожений корм, сухий корм, темп росту, кормовий коефіцієнт, морфометрія, виживаність, економічна ефективність.

ANNOTATION

Kibalnykova D. O. Comparative biological characteristics and optimization of rearing technology of ornamental fish species of different taxonomic groups.

It has been investigated the biological features, growth, survival, morphometric parameters and feed utilization efficiency in 2 ornamental fish species belonging to different taxonomic groups. The first is the three spot gourami (*Trichogaster trichopterus*), an egg-laying labyrinth fish of the family *Osphronemidae*. The second is the green swordtail (*Xiphophorus* helleri), a livebearing species of the family *Poeciliidae*.

It has been used such methodical approaches and methods as a 42-day feeding experiment with analogous groups in 4 aquariums at 25–26 °C. Control groups were fed homemade dry compound feed, and experimental groups were fed Aquaria frozen assorted feed. Group weighing, morphometric analysis of 5 traits, calculation of absolute and relative weight gain, specific growth rate, body shape indices and feed conversion ratio on a wet and dry matter basis were applied. Statistical processing was performed in Microsoft Excel, together with an economic analysis.

It was revealed that frozen feed increased the biomass gain of gourami by 44.4 % and ensured 100 % survival compared to 93.3 % in the control group. The final body weight of swordtails fed frozen feed was 14.3 % higher, and the coefficient of variation of weekly gains decreased from 55.9 to 39.1 %. It was proved that the swordtail has a higher specific growth rate and is more sensitive to diet quality. The dry matter feed conversion ratio of gourami was 1.42 on frozen feed versus 4.87 on dry feed.

It has been concluded that frozen feed is the most efficient for gourami: it reduces feed costs per 1 g of gain by 44.7 % and raises profitability from 22.7 to 36.7 %. A combined diet based on dry feed with frozen feed supplementation is optimal for swordtail. The results can be used by ornamental aquaculture farms to optimize juvenile feeding and in the educational process for specialty 207 Aquatic Bioresources and Aquaculture.

Master’s thesis contains 75 pages, 28 tables, 11 figures, list of used sources from 50 names, 2 annexes.

Key words: ornamental fish farming, three spot gourami, green swordtail, frozen feed, dry feed, growth rate, feed conversion ratio, morphometry, survival, economic efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП....8
1. Огляд літератури....11
1.1. Систематичне положення та біологічні особливості плямистого гурамі (*Trichogaster trichopterus*)....11
1.2. Систематичне положення та біологічні особливості меченосця зеленого (*Xiphophorus helleri*)....14
1.3. Сучасний стан аквакультури декоративних риб в Україні та світі....18
1.4. Технологічні аспекти утримання та розведення декоративних риб лабіринтової і живородної груп....21
2. Матеріал і методи досліджень....27
2.1. Об'єкти та умови проведення досліджень....27
2.2. Методи біологічного аналізу та оцінки фізіологічного стану риб....32
2.3. Методи статистичної обробки результатів....36
3.Результати власних досліджень....40
3.1. Морфо-біологічна характеристика плямистого гурамі в умовах аквакультури....40
3.2. Морфо-біологічна характеристика меченосця зеленого в умовах аквакультури....44
3.3. Порівняльний аналіз біологічних показників *Trichogaster trichopterus* та *Xiphophorus helleri*....47
3.4. Оптимізація технологічних параметрів вирощування досліджуваних видів....50
3.5. Відтворення та особливості нересту досліджуваних видів....53
3.6. Розрахунок економічної ефективності проведених досліджень....56
ВИСНОВКИ....60
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ....62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....63
ДОДАТКИ....71

ВСТУП

Актуальність теми. Декоративне рибництво на сьогодні є однією з найбільш динамічних та економічно перспективних галузей світової аквакультури. За оцінками фахівців, глобальний ринок акваріумістики щороку зростає, охоплюючи не лише традиційні регіони виробництва (Південно-Східна Азія), а й європейські країни, які поступово нарощують власні потужності декоративного рибництва задля зменшення залежності від імпорту та скорочення втрат риби під час тривалого транспортування. Для України розвиток вітчизняного декоративного рибництва є особливо актуальним завданням, оскільки дозволяє не лише задовольнити внутрішній попит на якісний і здоровий посадковий матеріал, а й створити додаткові робочі місця та новий напрямок диверсифікації рибогосподарської діяльності в умовах, коли традиційне ставове рибництво потребує альтернативних шляхів розвитку.

Серед усього різноманіття декоративних видів риб особливий інтерес становлять представники різних таксономічних груп, що відрізняються біологічними особливостями розмноження, живлення, поведінки та вимогами до умов утримання. Плямистий гурамі (*Trichogaster trichopterus*) належить до лабіринтових риб родини Osphronemidae, здатних до атмосферного дихання завдяки наявності лабіринтового органу, що зумовлює специфічні підходи до організації водообміну та аерації в умовах штучного вирощування. Меченосець зелений (*Xiphophorus helleri*), навпаки, є яйцеживородним представником родини *Poeciliidae*, що визначає принципово інший підхід до організації відтворення та вирощування молоді. Порівняльне вивчення біологічних характеристик та технологічних параметрів вирощування цих двох видів, що належать до різних таксономічних груп і репродуктивних стратегій, дозволяє виявити спільні закономірності та специфічні відмінності, які можуть бути

покладені в основу оптимізації технологічних регламентів декоративного рибництва загалом.

Обґрунтування вибору теми. Вибір саме цих двох видів як об'єктів дослідження обумовлений їхньою високою популярністю на ринку декоративних риб, невибагливістю до умов утримання, що робить їх зручними модельними об'єктами, а також принциповою відмінністю у способах розмноження (ікрометання з побудовою піняного гнізда у гурамі проти яйцеживородіння у меченосця), що дає можливість порівняти ефективність різних технологічних підходів у межах єдиного дослідження.

Наукова новизна. У роботі систематизовано та узагальнено дані щодо морфобіологічних особливостей досліджуваних видів, отримано порівняльні результати щодо темпів росту, виживаності молоді, репродуктивних показників за різних технологічних режимів вирощування (густота посадки, температурний режим, склад кормів). Отримані дані доповнюють наявні наукові напрацювання з питань біології лабіринтових та живородних риб і можуть слугувати підґрунтям для подальших досліджень у сфері декоративної аквакультури.

Мета роботи — надати порівняльну біологічну характеристику плямистого гурамі та меченосця зеленого й розробити рекомендації щодо оптимізації технології їх вирощування в умовах штучного відтворення.

Для досягнення мети визначено такі **завдання**:

1. проаналізувати систематичне положення, морфологічні та біологічні особливості досліджуваних видів;
2. вивчити особливості розмноження та ембріонально-личинкового розвитку;
3. дослідити ріст і виживаність молоді за різних технологічних умов вирощування;
4. порівняти вимоги видів до гідрохімічних параметрів середовища та кормових раціонів;

5. розробити практичні рекомендації щодо оптимізації технологічного процесу вирощування декоративних риб різних таксономічних груп.

Результати роботи мають практичне значення для власників акваріумних господарств та фермерських рибних господарств декоративного напрямку.

1. Огляд літератури

1.1. Систематичне положення та біологічні особливості плямистого гурамі *(Trichogaster trichopterus)*

Плямистий гурамі, або трихогастер плямистий, належить до ряду Окунеподібні (*Perciformes*), підряду *Anabantoidei*, родини *Osphronemidae*, роду *Trichogaster* (у деяких сучасних систематичних схемах вид відносять до роду *Trichopodus*, звідки походить синонімічна назва *Trichopodus trichopterus*) [6]. Природний ареал виду охоплює водойми Південно-Східної Азії – територію сучасного В'єтнаму, Камбоджі, Лаосу, Таїланду, Малайзії та Індонезії, де риба населяє повільнопливні річки, канали, рисові чеки та стоячі водойми з густою рослинністю і низьким вмістом розчиненого кисню [48].

Ключовою анатомічною особливістю представників родини Osphronemidae, яка визначає всю технологію їх утримання і вирощування, є наявність лабіринтового органу – спеціалізованого наджаберного утворення з розгалуженою сіткою кровоносних судин, що дозволяє рибі використовувати атмосферне повітря для дихання [7]. Завдяки цій адаптації плямистий гурамі здатний виживати у водоймах зі зниженою концентрацією кисню, періодично підіймаючись до поверхні води для заковтування повітря. Ця біологічна особливість має пряме технологічне значення, оскільки суттєво знижує вимоги до інтенсивності аерації в умовах штучного утримання порівняно з видами, які не мають додаткового органу дихання.

Морфологічно плямистий гурамі – риба середнього розміру, довжина тіла дорослих особин у природних умовах сягає 10-15 см, тоді як в акваріумних умовах, як правило, не перевищує 10-12 см [6]. Тіло витягнуте, стиснуте з боків, забарвлення варіює від сріблясто-блакитного до оливково-зеленого з двома темними плямами по боках тіла – однією посередині тулуба і однією біля

основи хвостового плавця, що й зумовило видову назву [7]. Черевні плавці видозмінені у довгі ниткоподібні утворення, які виконують функцію додаткових органів чуття, за допомогою яких риба орієнтується в мутній воді та розпізнає предмети на відстані. Зовнішній вигляд плямистого гурамі наведено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Плямистий гурамі *(Trichogaster trichopterus)*
фото автора

Статевий диморфізм у плямистого гурамі виражений помірно: самці мають більш загострений спинний плавець, витягнутий за межі хвостового стебла, тоді як у самок цей плавець закруглений і коротший [5]. Забарвлення самців у період нересту стає яскравішим, з'являється характерний блакитний або бірюзовий відтінок.

Особливої уваги заслуговує репродуктивна біологія виду. Плямистий гурамі є типовим представником так званих будівничих піняних гнізд (bubble-nest builders): самець будує на поверхні води гніздо з бульбашок повітря, скріплених слиновим секретом, куди після шлюбних ігор заганяє самку та стимулює викидання ікри [47]. Ікра, яка має меншу питому вагу за воду, спливає до гнізда, де самець підбирає її ротом і переносить назад до бульбашок. Після нересту самець самостійно охороняє кладку та личинок, проявляючи

виражену батьківську турботу, тоді як самку зазвичай відсаджують з нерестовища через ризик поїдання ікри [47]. Дослідження гормональної регуляції репродуктивних процесів показали, що ендокринна система відіграє визначальну роль у контролі дозрівання ооцитів та нересту самок блакитного гурамі, що зумовлює можливість цілеспрямованого гормонального стимулювання нересту в умовах промислового розведення [19].

Личинки вилуплюються протягом 24-36 год після запліднення за температури води 26-28 °С, а ще через кілька діб переходять на активне живлення дрібним зоопланктоном [47]. Молодь росте достатньо швидко, статева зрілість настає у віці 6-8 місяців за належних умов утримання.

Щодо живлення, плямистий гурамі є типовим еврифагом, здатним споживати як рослинну, так і тваринну їжу – дрібних безхребетних, личинок комах, водорості, детрит [7]. Ця пластичність трофічних вимог значно спрощує складання раціонів у штучних умовах вирощування. Дослідження впливу природних кормових добавок, зокрема каротиноїдів рослинного походження, показали позитивний вплив на темпи росту, склад тіла та пігментацію блакитного гурамі за різних щільностей посадки, що підкреслює значення оптимізації як складу раціону, так і технологічних параметрів утримання для отримання високоякісного товарного матеріалу [23].

Для дорослих особин атмосферне дихання є значною мірою обов'язковим, тому під час утримання між поверхнею води та покривним склом має залишатися повітряний прошарок, а молодь до остаточного формування лабіринтового органу потребує достатнього вмісту розчиненого у воді кисню [7; 47]. Дорослі самці в період розмноження проявляють територіальність, а під час підрощування молоді спостерігається значна розмірна диференціація, що зумовлює потребу в ємностях достатнього об'єму з укриттями та в періодичному сортуванні риби [5; 47]. Завершальні етапи дозрівання ооцитів у самок відбуваються лише за наявності самця і побудованого ним гнізда [19].

Завдяки простоті утримання та чітко вираженій репродуктивній поведінці вид широко використовують як модельний об'єкт у фізіологічних, етологічних, ендокринологічних [19; 46] і популяційно-генетичних дослідженнях [32].

Таким чином, аналіз літературних даних свідчить, що плямистий гурамі є біологічно пластичним видом із широкою трофічною спеціалізацією, здатністю до атмосферного дихання та складною репродуктивною поведінкою. Ці особливості, з одного боку, полегшують утримання виду в умовах акваріумного господарства, а з іншого – вимагають врахування специфічних технологічних вимог на різних етапах вирощування, зокрема в період формування лабіринтового органу та під час нересту. Водночас у доступній літературі недостатньо висвітлено питання порівняльної ефективності різних типів кормів для молоді плямистого гурамі в умовах невеликих акваріумних господарств, що й зумовлює доцільність власних досліджень у цьому напрямку.

1.2. Систематичне положення та біологічні особливості меченосця зеленого (*Xiphophorus helleri*)

Меченосець зелений належить до ряду Коропозубоподібні (*Cyprinodontiformes*), родини *Poeciliidae*, роду *Xiphophorus* [18]. Родина *Poeciliidae* об'єднує численну групу дрібних прісноводних риб Центральної та Північної частини Південної Америки, для яких характерне яйцеживородіння – спосіб розмноження, за якого запліднена ікра розвивається у статевих шляхах самки, а на світ з'являються повністю сформовані мальки, здатні до самостійного живлення одразу після народження [21]. Філогенетичні дослідження родини *Poeciliidae* з використанням ультраконсервативних елементів геному дозволили суттєво уточнити систематичні взаємозв'язки між родами всередині цієї групи, підтвердивши відокремлене положення роду *Xiphophorus* [21].

Природний ареал виду охоплює річкові системи Мексики, Гватемали та Гондурасу, проте завдяки активному використанню в акваріумістиці та випадковим або навмисним інтродукціям вид натуралізувався у багатьох регіонах світу з теплим кліматом [18]. Задокументовано стійкі натуралізовані популяції меченосця зеленого у водоймах Європи, зокрема відзначено перше підтверджене формування самопідтримуваної популяції виду на території континенту [27], а також випадки натуралізації у водоймах Туреччини [28] та Марокко [43], що свідчить про високу екологічну пластичність та інвазійний потенціал виду.

Морфологічно меченосець зелений характеризується видовженим, торпедоподібним тілом, забарвлення варіює від оливково-зеленого до інтенсивно-зеленого з поздовжньою червонувато-коричневою смугою вздовж тіла [30]. Основною діагностичною ознакою виду, яка й дала йому назву, є видовжений нижній промінь хвостового плавця самців, що утворює характерний мечоподібний виріст, забарвлений зазвичай у жовтий або оранжевий колір з темною облямівкою [30]. Довжина тіла самців сягає 10-12 см без урахування "меча", самки традиційно більші за самців і досягають 12-14 см. Зовнішній вигляд меченосця зеленого наведено на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Меченосець зелений *(Xiphophorus helleri)*, самець природного забарвлення

Статевий диморфізм виражений яскраво: окрім наявності "меча" у самців, у пецилієвих риб анальний плавець самців видозмінений у гоноподій – спеціалізований копулятивний орган, що забезпечує внутрішнє запліднення [22]. Ця морфологічна перебудова є визначальною біологічною відмінністю меченосця від ікрометних видів, зокрема від плямистого гурамі, і зумовлює принципово інший підхід до організації відтворювального процесу в умовах штучного розведення.

Репродуктивний цикл меченосця характеризується періодом вагітності самки тривалістю близько 24-30 діб залежно від температурного режиму, після чого на світ з'являється виводок молоді чисельністю від 20 до понад 100 мальків залежно від віку, розмірів та фізіологічного стану самки [30]. Здатність самки зберігати життєздатну сперму протягом кількох місяців після одного спарювання (явище так званого суперфетаційного запасання сперми) дозволяє отримувати кілька послідовних приплодів без повторного контакту з самцем, що має важливе практичне значення для організації маточного стада у промислових умовах.

Дослідження факторів середовища, що впливають на ріст і виживаність меченосця, показали виражену залежність цих показників від рівня pH води [24] та солоності середовища [42], причому вид демонструє достатньо широкий діапазон толерантності до зазначених параметрів, що робить його зручним об'єктом для вирощування в різноманітних технологічних умовах. Водночас встановлено, що ріст меченосця перебуває у зворотній залежності від щільності утримання риб у колонії: за підвищення щільності посадки спостерігається уповільнення темпів росту особин, що пов'язується з конкуренцією за кормові ресурси та посиленням стресових факторів [44].

Щодо живлення, меченосець є всеїдним видом, раціон якого в природних умовах включає дрібних безхребетних, рослинність та детрит [22]. Порівняльні дослідження впливу типу корму на темпи росту та плодючість меченосця зеленого підтвердили, що збалансовані комбіновані раціони, які поєднують живі та штучні корми, забезпечують кращі показники продуктивності порівняно з монораціонами [22, 31]. Окремий науковий інтерес становлять дослідження впливу рослинних біоресурсів як джерела каротиноїдних пігментів на інтенсивність забарвлення меченосця, що має пряме комерційне значення для підвищення декоративної цінності товарної продукції [25]. Крім того, вивчення поведінкових аспектів, зокрема соціальної домінантності та індивідуальних поведінкових стратегій подолання стресу у представників роду *Xiphophorus*, розширює розуміння механізмів адаптації виду до умов штучного утримання [20].

Сучасні молекулярно-генетичні дослідження з використанням ультраконсервативних елементів геному підтвердили складну еволюційну радіацію поецилієвих риб у Центральній та Північній Америці, що пояснює високу екологічну пластичність представників родини [21; 36]. Меченосець легко гібридизує з близькоспорідненими видами, зокрема з пецилією, і саме внаслідок гібридизації та селекції отримано більшість сучасних декоративних

форм – червоних, чорних, лимонних, тигрових і вуалевих [30; 49]. Поряд із масовим комерційним розведенням існує напрям збереження чистих ліній і природних форм роду *Xiphophorus*, яким опікуються спеціалізовані об'єднання акваріумістів Європи [50]. Самці виду формують чітку соціальну ієрархію, тому під час вирощування рекомендують співвідношення 1 самця на кілька самок та достатню кількість укриттів [20].

Новонароджена молодь меченосця має довжину близько 6–8 мм і одразу після народження здатна активно плавати та споживати дрібні кормові об'єкти, зокрема науплії артемії та подрібнені сухі корми [30]. Це вигідно відрізняє вид від ікрометних риб, молодь яких на ранніх етапах потребує спеціальних стартових кормів дуже малого розміру. Основним ризиком для молоді меченосця є поїдання її дорослими рибами, у тому числі власною матір'ю, тому мальків після народження рекомендують якнайшвидше відокремлювати в окремі вирощувальні ємності. За належної годівлі та оптимальної температури молодь швидко росте, а статеві відмінності починають проявлятися у віці кількох місяців.

Отже, меченосець зелений є біологічно пластичним, плодючим і невибагливим видом, що робить його одним із найзручніших об'єктів декоративної аквакультури. Водночас аналіз літератури засвідчує, що ріст, плодючість і декоративна цінність виду значною мірою залежать від якості раціону, щільності посадки та гідрохімічних параметрів середовища. Попри значну кількість зарубіжних досліджень, порівняльні дані щодо ефективності сухих і заморожених кормів для молоді меченосця в умовах невеликих акваріумних господарств залишаються обмеженими, що обґрунтовує доцільність проведення власних експериментальних досліджень.

1.3. Сучасний стан аквакультури декоративних риб в Україні та світі

Світовий ринок декоративного рибництва в останні десятиліття демонструє стійку динаміку зростання, що зумовлено підвищенням популярності акваріумістики як форми дозвілля, розвитком технологій утримання риб та розширенням асортименту доступних видів. За даними аналітичних досліджень ринку, глобальний сегмент декоративних риб оцінюється у мільярди доларів США і характеризується стабільними темпами щорічного приросту протягом наступного десятиліття [33]. Аналогічні тенденції зростання підтверджуються й іншими незалежними ринковими дослідженнями, які прогнозують подальше розширення сегмента декоративного рибництва до 2030-х років унаслідок збільшення купівельної спроможності населення та популяризації домашнього акваріумного господарства [34, 35].

Традиційно основними центрами виробництва декоративних риб у світі залишаються країни Південно-Східної Азії – Сінгапур, Таїланд, Індонезія, В'єтнам, а також окремі регіони Південної Америки та Флориди у США, що пов'язано зі сприятливими кліматичними умовами для цілорічного відтворення теплолюбних тропічних видів [33]. Водночас спостерігається тенденція до розвитку декоративного рибництва у країнах з помірним кліматом за рахунок використання контрольованих індустріальних систем вирощування, що дозволяють нівелювати кліматичні обмеження та наблизити виробництво до основних ринків збуту, скорочуючи витрати і втрати риби під час транспортування [15].

Стосовно окремих таксономічних груп декоративних видів, певний науковий і практичний інтерес представляють дослідження живородних поецилієвих риб, для яких показано позитивний вплив біоаугментації – цілеспрямованого внесення корисної мікрофлори у воду вирощувальних систем – на показники росту та якість водного середовища [17]. Це свідчить про поступовий перехід декоративного рибництва від емпіричних методів

утримання до науково обґрунтованих технологічних рішень, що спираються на досягнення мікробіології та біотехнології.

Для України розвиток декоративного рибництва перебуває на етапі становлення і має значний невикористаний потенціал. Освітні програми з підготовки фахівців зі спеціальності 207 "Водні біоресурси та аквакультура" передбачають формування компетентностей, необхідних для роботи не лише у традиційному товарному рибництві, а й у суміжних напрямках, включаючи декоративне рибництво [10]. Вітчизняні наукові та методичні джерела, підготовлені провідними аграрними закладами вищої освіти, узагальнюють накопичений досвід культивування різних груп гідробіонтів, зокрема окремі методичні рекомендації присвячені специфічно питанням декоративного рибництва [9]. Водночас переважна більшість вітчизняних наукових розробок традиційно зосереджена на товарних видах риб, зокрема на технологіях вирощування коропових [14], тоді як питання декоративного рибництва залишаються менш дослідженими на теренах України.

Стан вивченості акваріумних видів риб в Україні частково відображається у навчально-дослідницьких роботах, які узагальнюють практичний досвід аматорського утримання декоративних риб [8], та у довідкових виданнях, що систематизують інформацію про видове різноманіття акваріумних риб, доступних на вітчизняному ринку [3]. Окремі публікації висвітлюють особливості утримання найбільш вимогливих до умов відтворення видів декоративних риб, підкреслюючи важливість дотримання специфічних технологічних параметрів для успішного розведення [4].

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика показників світового ринку декоративного рибництва за даними різних аналітичних джерел

Показник	Grand View Research	The Brainy Insights	Straits Research
Прогнозний період	до 2030 р.	до 2033 р.	до 2033 р.
Основний регіон-виробник	Азійсько-Тихоокеанський	Азійсько-Тихоокеанський	Азійсько-Тихоокеанський
Тенденція динаміки ринку	стійке зростання	стійке зростання	стійке зростання
Основний драйвер попиту	розвиток аматорської акваріумістики	зростання доходів населення	популяризація домашніх акваріумів

Джерело: складено автором на основі [33; 34; 35]

Наведені у таблиці 1.1 дані різних аналітичних агентств узгоджуються між собою щодо провідної ролі Азійсько-Тихоокеанського регіону у виробництві декоративних риб та стабільної позитивної динаміки ринку загалом, що підтверджує стратегічну перспективність розвитку даного напрямку аквакультури, зокрема й для вітчизняних виробників, здатних зайняти нішу постачання якісного посадкового матеріалу на внутрішній ринок.

1.4. Технологічні аспекти утримання та розведення декоративних риб лабіринтової і живородної груп

Технологія вирощування декоративних риб різних таксономічних груп базується на спільних загальних принципах організації водного середовища, проте має суттєві видоспецифічні особливості, зумовлені фізіологічними відмінностями об'єктів вирощування. Одним із ключових технологічних рішень сучасного декоративного рибництва є використання установок замкнутого водопостачання (УЗВ, або рециркуляційні аквакультурні системи – РАС), які дозволяють підтримувати стабільні гідрохімічні параметри середовища за

мінімальних витрат води [12]. Впровадження таких систем визнається інноваційним підходом до вирощування риби, що поєднує економічну ефективність з екологічною безпекою виробництва [13].

Огляди сучасних наукових розробок у сфері рециркуляційних систем свідчать про постійне вдосконалення технологічних рішень щодо очистки води, контролю параметрів середовища та автоматизації процесів вирощування [37, 38]. Практичний досвід використання подібних систем на прикладі відтворення цінних промислових видів риб, зокрема атлантичного лосося, підтверджує їхню високу ефективність та можливість адаптації напрацьованих технологічних рішень до потреб декоративного рибництва [26]. Водночас дослідники наголошують на важливості врахування питань добробуту риби в умовах рециркуляційних систем, зокрема необхідності екологічного збагачення середовища утримання додатковими укриттями, рослинністю та структурними елементами для зниження стресового навантаження на риб [29].

Для лабіринтових риб, зокрема плямистого гурамі, специфіка технології утримання визначається наявністю додаткового органу атмосферного дихання, що суттєво знижує вимоги до інтенсивності примусової аерації води порівняно з видами без цієї адаптації [7]. Проте це не означає повної відмови від контролю якості води – дослідження впливу різних гідрохімічних параметрів на представників роду Trichopodus в умовах акваріумних та акваропічних систем показали чутливість виду до коливань концентрації аміаку, нітритів та рівня pH, особливо на ранніх стадіях розвитку молоді [16]. Оптимальна температура утримання плямистого гурамі становить 24-28 °C, показник активної реакції середовища (pH) – в межах 6,5-7,5, жорсткість води – помірна, до 15 °dH.

Організація нерестового процесу лабіринтових риб потребує створення спеціальних умов для будівництва піняного гнізда: неглибокий рівень води (10-15 см), наявність плаваючої рослинності, підвищена до 28-29 °C температура та мінімальна течія води, оскільки будь-яке порушення поверхневого шару

перешкоджає збереженню цілісності гнізда [47]. Після завершення охорони кладки самцем та переходу личинок на активне живлення молодь необхідно поетапно переводити на живі стартові корми відповідного розміру – інфузорію, науплії артемії, з подальшим переходом на більш крупні кормові організми в міру росту.

Для живородних видів, зокрема меченосця зеленого, технологія відтворення принципово простіша з погляду організації нересту, оскільки не потребує спеціальних нерестовищ чи стимуляції будівництва гнізд – достатньо забезпечити самку укриттями з густою рослинністю для зменшення канібалізму щодо новонародженої молоді з боку дорослих риб [30]. Оптимальні параметри утримання меченосця дещо відрізняються від параметрів для гурамі: температура 22-26 °C, pH у межах 7,0-8,0, вода помірної або підвищеної жорсткості до 20 °dH, що обумовлено походженням виду з річкових систем із більш мінералізованою водою [24, 42].

Важливим технологічним аспектом вирощування обох видів є регулювання щільності посадки риби, оскільки цей параметр безпосередньо впливає на темпи росту, конверсію корму та якість товарної продукції. Дослідження демонструють, що надмірне ущільнення посадки негативно позначається на показниках росту меченосця через посилення внутрішньовидової конкуренції [44], тоді як для гурамі підвищена щільність утримання пов'язана зі зниженням ефективності засвоєння кормових каротиноїдів та погіршенням пігментації [23]. Водночас питання оптимальних щільностей посадки залишається дискусійним у науковому середовищі: окремі дослідники наголошують на необхідності диференційованого підходу до нормування щільності залежно від виду, віку риби та технічних характеристик вирощувальної системи, застерігаючи від механічного перенесення нормативів з одного виду на інший [45]. Аналогічні закономірності впливу щільності посадки на економічну ефективність вирощування підтверджені й для інших

об'єктів аквакультури, зокрема африканського сома, що свідчить про універсальність даної технологічної залежності для широкого кола видів риб [41].

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика оптимальних технологічних параметрів утримання досліджуваних видів

Параметр	Плямистий гурамі (Trichogaster trichopterus)	Меченосець зелений (*Xiphophorus* helleri)
Тип розмноження	ікрометання, будівництво піняного гнізда	яйцеживородіння
Температура утримання, °C	24-28	22-26
Активна реакція середовища, pH	6,5-7,5	7,0-8,0
Жорсткість води, °dH	до 15	до 20
Тривалість інкубації/вагітності	24-36 год (інкубація ікри)	24-30 діб (вагітність)
Чисельність потомства за один цикл	від кількох сотень ікринок	20-100+ мальків
Наявність додаткового органу дихання	лабіринтовий орган	відсутній

Джерело: складено автором на основі [7; 24; 30; 42; 47]

Окремим перспективним напрямком удосконалення технології вирощування декоративних риб обох таксономічних груп є використання функціональних кормових добавок, зокрема пробіотичних культур мікроорганізмів, які сприяють покращенню імунного статусу риби, підвищенню виживаності молоді та стабілізації якості води у вирощувальних ємностях [39]. Такий підхід узгоджується із загальносвітовою тенденцією переходу аквакультурного виробництва до більш екологічно свідомих і ресурсоефективних технологій, що враховують принципи сталого розвитку галузі [40]. Впровадження подібних інноваційних рішень у практику вітчизняного декоративного рибництва є одним із перспективних напрямків подальших наукових досліджень, результати яких можуть бути використані для

розробки уніфікованих технологічних регламентів вирощування декоративних риб різних таксономічних та екологічних груп.

Для забезпечення декоративних риб повноцінними кормами важливе значення має культивування живих кормових організмів. Мікроводорості, коловертки, дафнії, артемія та інші безхребетні є незамінними стартовими кормами для личинок і молоді багатьох видів риб, зокрема лабіринтових, молодь яких на ранніх етапах живлення потребує дуже дрібних кормових об'єктів [11]. Вітчизняні навчальні та наукові видання детально висвітлюють технології культивування таких організмів, що створює методичну основу для організації власної кормової бази в господарствах декоративного напрямку. Водночас для невеликих господарств постійне культивування живих кормів часто є надто трудомістким, тому все більшого поширення набувають заморожені корми промислового виробництва, які зберігають поживну цінність натуральних кормових організмів і водночас зручні у зберіганні та використанні.

Важливо підкреслити, що економічна ефективність декоративного рибництва значною мірою визначається витратами на корми. Для невеликих господарств вибір між самостійним виготовленням кормових сумішей, використанням промислових сухих кормів і застосуванням заморожених натуральних кормів є одним із ключових управлінських рішень. Кожен із цих варіантів має свої переваги: сухі корми зручні у зберіганні та дозуванні, власні суміші дозволяють контролювати склад раціону, а заморожені корми найбільш близькі до природного живлення риб і відзначаються високою смаковою привабливістю [7; 39]. Водночас порівняльна оцінка цих варіантів за показниками росту, конверсії корму та собівартості продукції для конкретних видів декоративних риб у вітчизняній літературі представлена недостатньо.

На вітчизняному рівні питання розвитку аквакультури регулярно обговорюються на наукових конференціях [1], а навчальні та методичні видання

висвітлюють біологічні основи вирощування риб і організацію утримання, годівлі та розведення акваріумних видів [2; 9]. Водночас декоративне рибництво в Україні залежить від імпорту риби та кормів, високої вартості енергоносіїв для підігріву води та недостатньої кількості спеціалізованих господарств, а ввезення риби без належного карантинування створює ризики для біобезпеки [14; 15]. Розвиток власного виробництва посадкового матеріалу в контрольованих умовах дозволив би частково вирішити ці проблеми.

Отже, аналіз сучасного стану аквакультури декоративних риб засвідчує, що галузь розвивається в напрямку впровадження ресурсоощадних технологій, удосконалення кормової бази та підвищення уваги до добробуту риб. Для України декоративне рибництво є перспективним, але недостатньо розвиненим напрямком, який потребує як технологічних, так і наукових напрацювань. Особливо актуальними залишаються дослідження, спрямовані на порівняльну оцінку ефективності доступних на ринку кормів і розробку практичних рекомендацій для невеликих господарств, що можуть бути впроваджені без значних капітальних вкладень. Вибір для таких досліджень видів, що належать до різних таксономічних груп і мають різні репродуктивні стратегії, дозволяє отримати результати, які можна узагальнити для ширшого кола декоративних риб, і закласти основу для подальшої розробки уніфікованих технологічних регламентів. Саме цим питанням присвячено експериментальну частину даної роботи.

2. Матеріал і методи досліджень

2.1. Об'єкти та умови проведення досліджень

Експериментальну частину роботи виконано в умовах акваріумної лабораторії протягом періоду з 27.08 по 08.10 2026 р., тобто загальна тривалість досліду становила 43 доби. Об'єктами дослідження слугували 2 види декоративних риб, що належать до різних таксономічних груп і принципово відрізняються за біологією розмноження: плямистий гурамі (*Trichogaster trichopterus*) з родини *Osphronemidae*, який є іхрометним лабіринтовим видом із побудовою піняного гнізда, та меченосець зелений (*Xiphophorus* helleri) з родини *Poeciliidae*, що належить до яйцеживородних риб. Вибір саме цих об'єктів зумовлений їхньою високою популярністю на ринку декоративних риб, відносною невибагливістю до умов утримання та можливістю порівняти ефективність єдиного технологічного підходу до годівлі для видів з різними екологічними та фізіологічними особливостями [7; 30].

Дослід проводили за методом груп-аналогів. Для кожного виду було сформовано по 2 групи – контрольну та дослідну, які утримували в окремих акваріумах. Загалом у досліді використано 4 акваріуми та 50 екземплярів риб, із яких 20 особин меченосця зеленого (по 10 шт. у кожній групі) та 30 особин плямистого гурамі (по 15 шт. у кожній групі). Під час формування груп прагнули досягти максимальної однорідності риб за масою, розмірами та фізіологічним станом, що забезпечувало коректність подальшого порівняння результатів. Риб контрольних груп годували сухим комбінованим кормом власного виготовлення, а риб дослідних груп – замороженим кормом промислового виробництва Aquaria асорті. Загальну схему досліду наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Схема проведення науково-господарського досліду

Акваріум	Вид риби	Група	Кількість риб на початку досліду, шт.	Тип корму	Тривалість досліду, діб
1	Меченосець зелений (*Xiphophorus helleri*)	Контрольна	10	Сухий комбінований корм	43
2	Меченосець зелений (*Xiphophorus helleri*)	Дослідна	10	Заморожений корм Aquaria асорті	43
3	Плямистий гурамі (*Trichogaster trichopterus*)	Контрольна	15	Сухий комбінований корм	43
4	Плямистий гурамі (*Trichogaster trichopterus*)	Дослідна	15	Заморожений корм Aquaria асорті	43

Джерело: складено автором за власними дослідженнями

Сухий корм для контрольних груп виготовляли самостійно в домашніх умовах шляхом змішування компонентів тваринного та рослинного походження. Рецептуру розраховували на 250 г загальної маси суміші. Основою слугували пластівці Aquaria, до яких додавали порошок артемії, мелений гамарус, суху дафнію, мелені таблетки спіруліни та печінку. Такий склад дозволяв поєднати в одному кормі високий вміст тваринного білка, ненасичених жирних кислот, каротиноїдів і вітамінів, а рослинна складова у вигляді спіруліни забезпечувала надходження пігментів та баластних речовин, необхідних для нормального травлення всеїдних видів [39]. Структуру рецептури сухого корму наведено в таблиці 2.2. Процес приготування корму показано на рис. 2.1.

Таблиця 2.2

Склад сухого комбінованого корму (на 250 г загальної маси)

Компонент	Маса компонента, г	Частка в суміші, %	Походження компонента
Пластівці Aquaria	100	40,0	Промисловий комбікорм
Артемія (порошок)	40	16,0	Тваринне
Гамарус (мелений)	30	12,0	Тваринне
Дафнія суха	40	16,0	Тваринне
Спіруліна в таблетках (мелена)	25	10,0	Рослинне
Печінка	15	6,0	Тваринне
Разом	250	100,0	–

Джерело: складено автором за власними дослідженнями

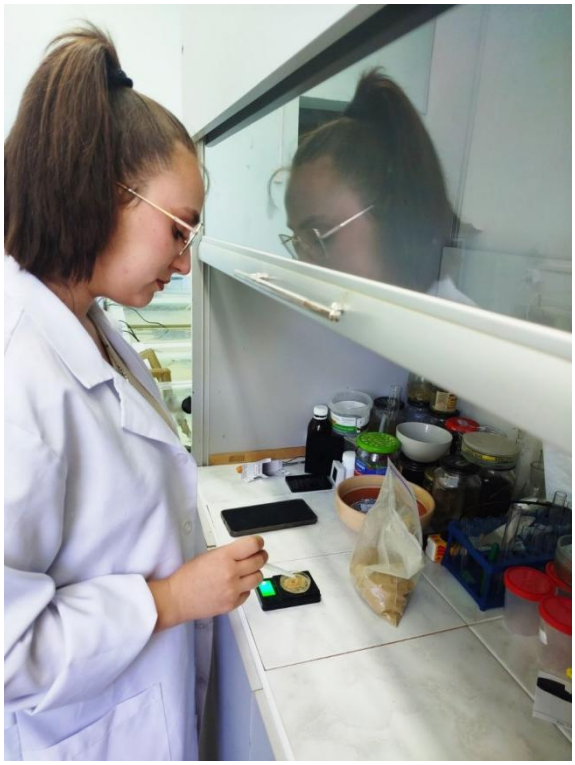


Рис. 2.1. Приготування сухого комбінованого корму: зважування компонентів

Джерело: фото автора

Заморожений корм Aquaria асорті використовували у формі стандартних блістерів масою 100 г, кожен з яких містив 24 порційні кубики, тобто середня

маса 1 кубика становила близько 4,2 г. До складу асорті входили 7 видів кормових об'єктів: дафнія, циклоп, коретра, мелений криль, вольфія та ряска, м'ясо риб, мошка. Перевагою такого корму є збереження нативної структури кормових організмів, висока смакова привабливість і близькість до природного раціону обох видів, які в природних умовах споживають дрібних безхребетних, личинок комах та рослинні об'єкти [7; 22]. Перед годівлею необхідну наважку корму розморожували, що запобігало потраплянню в акваріум надлишку рідини з розчиненими органічними речовинами.

Умови утримання риб у всіх акваріумах були ідентичними, за винятком досліджуваного фактора, тобто типу корму. Температуру води контролювали щоденно, і впродовж усього досліду вона трималась у межах 25–26 °C в усіх 4 акваріумах, що відповідає оптимальному діапазону для обох видів [7; 30]. Такий температурний режим перебуває біля верхньої межі оптимуму меченосця та в середині оптимального діапазону для гурамі, що дозволило створити рівні умови для порівняння видів. Рівномірність умов середовища, однакова тривалість світлового дня та однакова схема догляду дозволяють стверджувати, що отримані відмінності в показниках росту обумовлені насамперед складом раціону та видовими особливостями риб. Загальний вигляд дослідних акваріумів наведено на рис. 2.2 і 2.3.

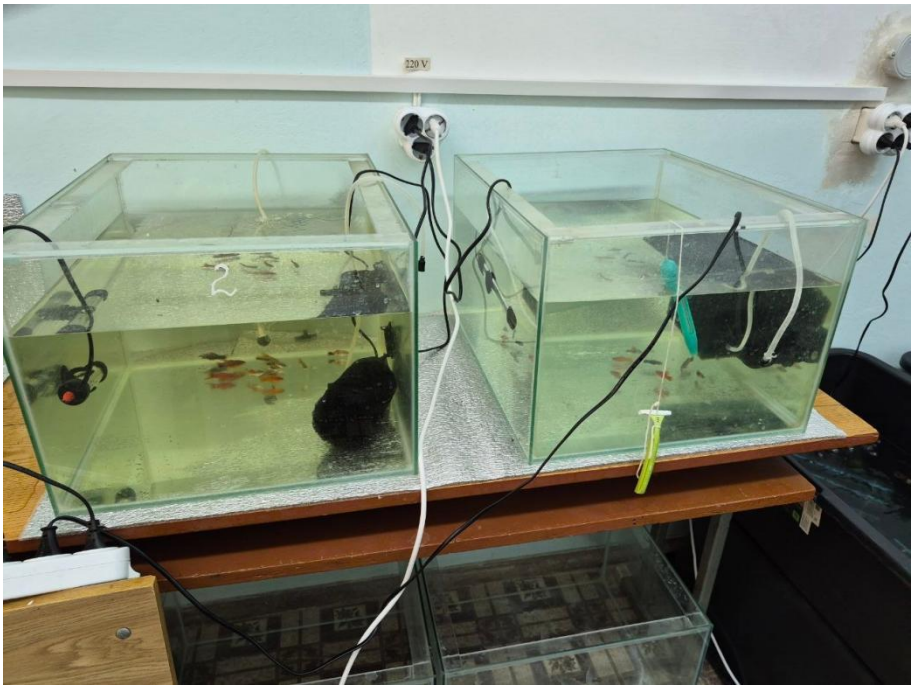


Рис. 2.2. Акваріуми № 1 і 2 з меченосцем зеленим

Джерело: фото автора

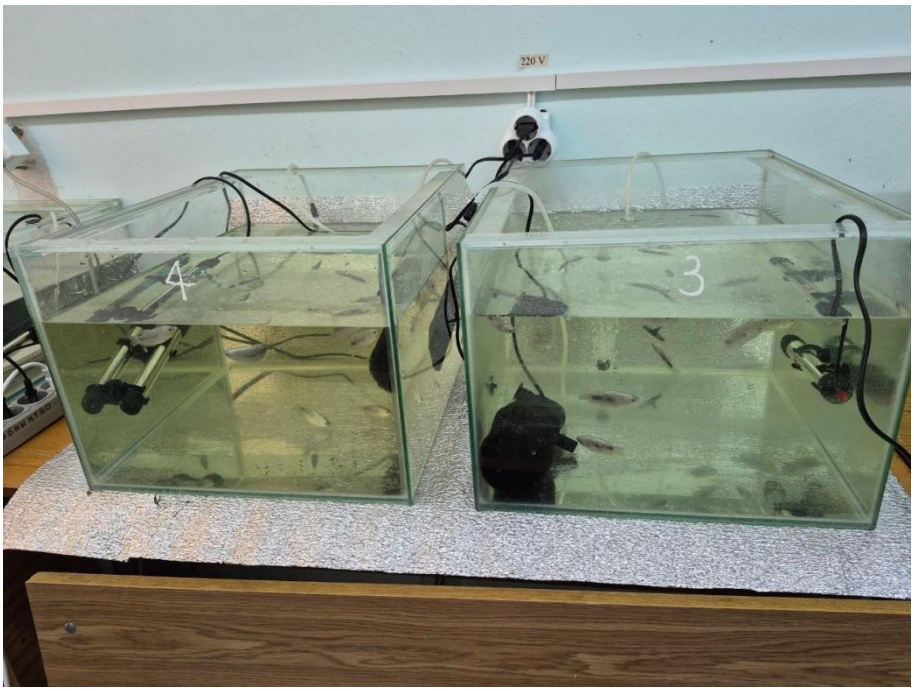


Рис. 2.3. Акваріуми № 3 і 4 з плямистим гурамі

Джерело: фото автора

2.2. Методи біологічного аналізу та оцінки фізіологічного стану риб

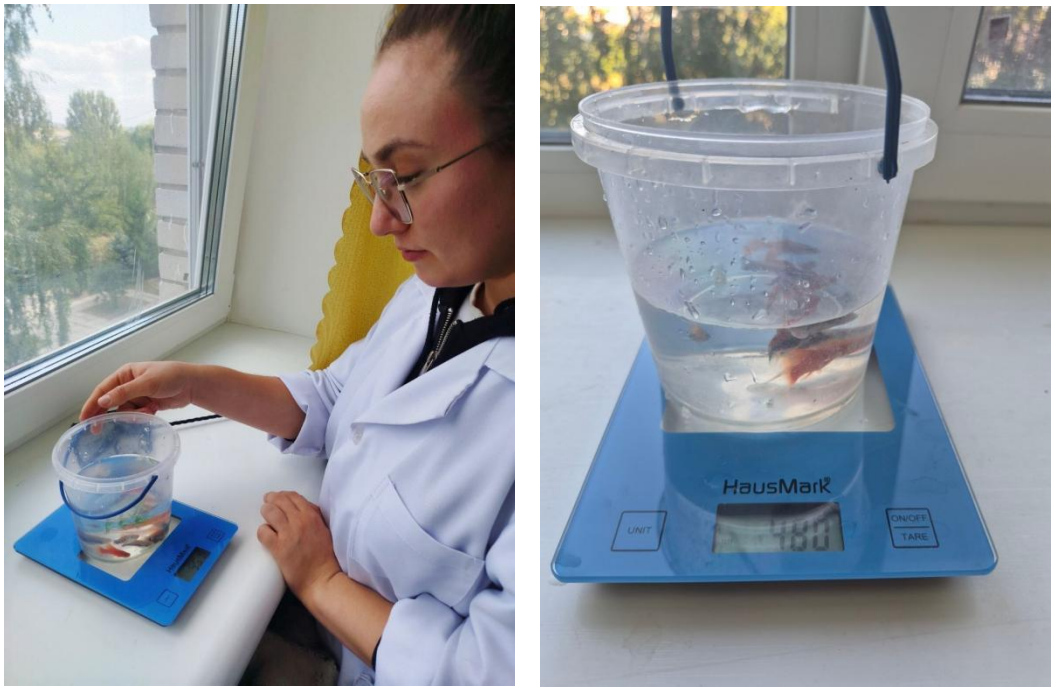
Усі маніпуляції з піддослідною рибою проводили з дотриманням принципів гуманного поводження та біоетичних норм, викладених у Положенні про комісію з біоетики Білоцерківського національного аграрного університету, Законі України «Про захист тварин від жорстокого поводження», Європейській конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 1986), Директиві 2010/63/ЄС Європейського Парламенту та Ради та концепції 3R (Replacement, Reduction, Refinement). Основною вимогою було мінімізувати стресове навантаження на риб і запобігти їх травмуванню під час зважування та вимірювань.

Контроль росту риб здійснювали шляхом щотижневих контрольних зважувань, які проводили 7 разів за період досліду: 27.08, 03.09, 10.09, 17.09, 24.09, 01.10 та 08.10. Зважування піддослідної риби здійснювали з дотриманням принципів гуманного поводження (біоетичних норм) з метою мінімізації стресового навантаження. Для цього використовували воду з вихідного акваріума, а рибу за допомогою сачка обережно переносили в ємність з водою, попередньо осушуючи сачок на м'якій серветці для видалення зайвої вологи. Зважування виконували груповим методом, тобто визначали загальну масу всіх риб акваріума на електронних вагах з точністю до 0,01 г, після чого розраховували середню масу 1 особини діленням загальної маси групи на кількість риб. Одночасно з масою фіксували чисельність риб у кожному акваріумі, що дозволяло встановити рівень виживаності. За результатами кожного зважування коригували добову норму корму відповідно до фактичної іхтіомаси. Відлов і контрольне зважування риби показано на рис. 2.4 і 2.5.



Рис. 2.4. Відлов риби сачком для контрольного зважування

Джерело: фото автора



а) процес зважування; б) ємність з рибою на електронних вагах

Рис. 2.5. Групове контрольне зважування риби

Джерело: фото автора

Морфометричні вимірювання проводили 2 рази: 03.09 та 08.10, тобто з інтервалом 35 діб. Вимірювання виконували за загальноприйнятою в іхтіології схемою [2]. Визначали загальну довжину тіла (L), довжину без хвостового плавця (l), найбільшу висоту тіла (H), висоту хвостового стебла (h) та довжину голови (hc), тобто 5 лінійних ознак, позначення та зміст яких наведено в таблиці 2.3. З метою запобігання травмуванню та зниженню рівня стресу риб під час вимірювань лінійні проміри проводили безконтактним методом. Рибу фотографували на фоні калібрувального предмета з відомою сталою довжиною, після чого за допомогою комп'ютерної програми ImageMeter здійснювали точні вимірювання лінійних показників за отриманими зображеннями. Результати виражали в сантиметрах з точністю до 0,01 см. Приклади безконтактних вимірювань наведено на рис. 3.3 і 3.4.

Таблиця 2.3

Морфометричні ознаки, які визначали під час дослідження

Позначення	Назва ознаки	Зміст вимірювання
L	Загальна довжина тіла	Відстань від вершини рила до кінця хвостового плавця
l	Довжина тіла без хвостового плавця	Відстань від вершини рила до основи хвостового плавця
H	Найбільша висота тіла	Відстань від спини до черевця в найвищій частині тіла
h	Найменша висота тіла	Висота найменшої частини хвостового стебла
hc	Довжина голови	Відстань від вершини рила до заднього краю зябрової кришки

Джерело: складено автором на основі [2]

Інтенсивність росту риб оцінювали за абсолютним і відносним приростом маси та довжини. Абсолютний приріст маси розраховували за формулою: A = *W*2 – *W*1, де W1 і W2 – середня маса особини на початку та в кінці періоду, г. Середньодобовий приріст визначали за формулою: $Ад = \frac{W2 - W1}{t}$, де t –

тривалість періоду, діб; результат виражали в мг/добу. Відносний приріст маси розраховували як $B = \left(\frac{W2 - W1}{W1}\right) \times 100$ %. Для характеристики відносно-добового приросту використовували питому швидкість росту: $SGR = \left(\frac{\ln W2 - \ln W1}{t}\right) \times 100$ %, яка показує середньодобове збільшення маси у відсотках і дозволяє коректно порівнювати риб з різною вихідною масою. Аналогічні формули застосовували для довжини тіла, замінюючи масу на значення L та l відповідно.

Для оцінки екстер'єру риб розраховували індекси будови тіла. Індекс форми тіла, або індекс високоспинності, визначали як відношення найбільшої висоти тіла до довжини без хвостового плавця: $Iв = \left(\frac{H}{l}\right) \times 100$ %. Крім того, розраховували обернений показник l/H, індекс голови $\left(\frac{hc}{l}\right) \times 100$ % та індекс хвостового стебла $\left(\frac{h}{H}\right) \times 100$ %. Ці показники характеризують пропорційність розвитку окремих частин тіла, ступінь вгодованості та відповідність екстер'єру риб видовому стандарту, що має особливе значення для декоративних риб, товарна цінність яких значною мірою залежить від зовнішнього вигляду [23; 25].

Виживаність риб визначали за формулою: $S = \left(\frac{N2}{N1}\right) \times 100$ %, де N1 і N2 – кількість риб на початку та в кінці досліду, шт. Ефективність використання корму оцінювали за кормовим коефіцієнтом: $КК = \frac{Q}{\Delta M}$, де Q – кількість згодованого корму за період, г, ΔM – приріст іхтіомаси групи, г. Кількість згодованого корму розраховували як суму добових норм за кожен 7-добовий період між зважуваннями.

Поведінкову реакцію риб на корм оцінювали за швидкістю його споживання, тобто за часом від внесення порції до повного її поїдання. Цей

показник характеризує апетит риб, смакову привабливість корму та загальний фізіологічний стан особин, оскільки зниження харчової активності є одним з перших проявів стресу або захворювання [20; 29]. Під час кожної годівлі проводили візуальні спостереження за поведінкою риб, станом плавців, забарвленням і рухливістю. Температуру води вимірювали щоденно, а будь-які відхилення в поведінці чи стані риб фіксували в журналі спостережень.

Оцінку фізіологічного стану риб доповнювали аналізом зовнішніх ознак, які мають діагностичне значення для декоративних видів. Звертали увагу на цілісність і розправленість плавців, рівномірність та інтенсивність забарвлення, стан луски і покривів, відсутність слизу, нальотів чи крововиливів, а також на характер дихання. Для плямистого гурамі додатково враховували частоту підйомів до поверхні води для заковтування повітря, оскільки суттєве її збільшення може вказувати на погіршення якості води або стресовий стан риби [16]. Для меченосця оцінювали рухливість, положення тіла у воді та соціальну поведінку, зокрема прояви агресії між особинами, які в представників роду *Xiphophorus* пов'язані з ієрархією та стресостійкістю [20]. Комплексне врахування цих ознак разом із показниками росту дозволяло отримати повне уявлення про вплив раціону на організм риб.

2.3. Методи статистичної обробки результатів

Отримані в ході досліду первинні дані заносили до журналу спостережень, після чого переносили в електронні таблиці для подальшої обробки. Статистичну обробку результатів експериментальних досліджень здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel, використовуючи вбудовані статистичні функції та власні розрахункові формули. Такий підхід відповідає вимогам до обробки результатів магістерських досліджень і забезпечує достатню точність розрахунків для біологічних експериментів такого масштабу.

Для кожного показника розраховували середнє арифметичне значення за формулою: $\bar{x} = \frac{\Sigma xi}{n}$, де xi – окремі значення ознаки, n – кількість спостережень. Мінливість ознак характеризували за середнім квадратичним відхиленням: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(xi - \bar{x})^2}{n-1}}$. На основі цих величин визначали коефіцієнт варіації за формулою: $Cv = \left(\frac{\sigma}{\bar{x}}\right) \times 100\ \%$.

Коефіцієнт варіації є безрозмірним показником, що дозволяє порівнювати мінливість ознак, які мають різні одиниці вимірювання або істотно відрізняються за абсолютною величиною. Для біологічних досліджень цей показник має особливе значення, оскільки дозволяє оцінити рівномірність росту риб і стабільність їх реакції на умови вирощування. Якщо на одному кормі риби ростуть рівномірно, а на іншому темпи росту коливаються в широких межах, це свідчить про різну повноцінність раціонів і різну здатність організму стабільно засвоювати поживні речовини. Оскільки зважування в досліді проводили груповим методом, коефіцієнт варіації за масою розраховували для ряду щотижневих приростів середньої маси особини, що характеризує рівномірність росту риб у часі. Оцінку рівня мінливості проводили за шкалою, наведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Шкала оцінки рівня мінливості ознак за коефіцієнтом варіації

Значення Cv, %	Рівень мінливості	Біологічна інтерпретація
До 10	Низький	Ріст рівномірний, реакція на умови стабільна
10–20	Середній	Помірні коливання темпів росту
20–50	Високий	Значні коливання темпів росту між періодами
Понад 50	Дуже високий	Нерівномірний ріст, виражена залежність від зовнішніх чинників

Джерело: складено автором на основі [2; 9]

Для лінійних ознак, які визначали 2 рази за дослід, мінливість характеризували через величину абсолютних і відносних змін ознак між вимірюваннями, а також через стабільність індексів будови тіла. Різницю між контрольною та дослідною групами виражали в абсолютних одиницях і у відсотках до контролю за формулою: $\Delta = \left(\frac{Хд - Хк}{Хк}\right) \times 100\ \%$, де Хд і Хк – значення показника в дослідній та контрольній групах відповідно.

Розрахунок кормового коефіцієнта проводили як за натуральною масою корму, так і з урахуванням орієнтовного вмісту сухої речовини, оскільки сухий і заморожений корми суттєво відрізняються за вологістю. Без такого перерахунку пряме порівняння кормових коефіцієнтів призвело б до хибних висновків щодо ефективності раціонів. Для сухого корму вміст сухої речовини приймали на рівні 90 %, для замороженого – 12 %, що відповідає типовій вологості заморожених кормових безхребетних.

Економічні показники розраховували за фактичною вартістю замороженого корму (73,50 грн за блістер масою 100 г, що містить 24 кубики) та за вартістю компонентів сухого корму. Визначали витрати корму на 1 особину, на 1 г приросту іхтіомаси та на 1000 особин посадкового матеріалу, а також умовний прибуток і рівень рентабельності. Усі проміжні та кінцеві результати округлювали до 2 знаків після коми, а відносні показники – до 1 знака після коми, що відповідає точності вихідних вимірювань.

Для зручності аналізу результати групували за видами та варіантами годівлі, після чого будували порівняльні таблиці, у яких показники контрольних і дослідних груп наводили поруч. Такий підхід дозволив простежити як вплив типу корму в межах кожного виду, так і міжвидові відмінності за однакових умов годівлі. Окремо аналізували період 03.09–08.10 тривалістю 35 діб, оскільки саме в цей період проводили морфометричні вимірювання, а також він не включає початкового тижня адаптації риб до нових умов. Порівняння

показників за повний і скорочений періоди дозволило оцінити стабільність виявлених закономірностей та уникнути хибних висновків, зумовлених особливостями росту на етапі адаптації.

Під час підготовки кваліфікаційної роботи як допоміжний інструмент використовувався генеративний штучний інтелект Claude (компанія Anthropic). Його застосовували для пошуку та узагальнення літературних джерел, структурування тексту, мовного редагування та перевірки арифметичних розрахунків. Експериментальні дані (результати зважувань, вимірювань і спостережень) отримано автором особисто в умовах акваріумної лабораторії. Усі фрагменти, підготовлені з використанням штучного інтелекту, критично перевірено, відредаговано та звірено з першоджерелами; відповідальність за достовірність результатів і висновків роботи несе автор.

3. Результати власних досліджень

3.1. Морфо-біологічна характеристика плямистого гурамі в умовах аквакультури

Плямистий гурамі належить до лабіринтових риб, здатних використовувати атмосферне повітря для дихання, що робить вид досить стійким до умов штучного утримання [7; 48]. У нашому досліді риби обох груп протягом усього періоду мали нормальну поведінку, рівномірно розподілялись по товщі води, регулярно підіймались до поверхні для заковтування повітря і активно реагували на внесення корму. Динаміку маси плямистого гурамі за результатами контрольних зважувань наведено в таблиці 3.1. Молодь гурамі в дослідному акваріумі та під час контрольного зважування показано на рис. 3.1 і 3.2.



Рис. 3.1. Молодь плямистого гурамі в акваріумі № 4 (дослідна група)

Джерело: фото автора



Рис. 3.2. Плямистий гурамі під час контрольного зважування

Джерело: фото автора

Таблиця 3.1

Динаміка маси плямистого гурамі за період досліду

Дата зважування	Контроль: маса групи, г	Контроль: кількість, шт.	Контроль: середня маса особини, г	Дослід: маса групи, г	Дослід: кількість, шт.	Дослід: середня маса особини, г
27.08	45	15	3,00	42	15	2,80
03.09	46	14	3,29	44	15	2,93
10.09	47	14	3,36	45	15	3,00
17.09	49	14	3,50	46	15	3,07
24.09	51	14	3,64	48	15	3,20
01.10	53	14	3,79	53	15	3,53
08.10	54	14	3,86	55	15	3,67

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Аналіз даних таблиці 3.1 показує, що на початку досліду риби контрольної групи мали дещо вищу середню масу порівняно з дослідною: 3,00 г проти 2,80 г, тобто різниця становила 7,1 %. Протягом 1-го тижня в контрольній

групі загинула 1 особина, після чого чисельність стабілізувалась на рівні 14 шт. до кінця досліду. Виживаність у контролі склала 93,3 %, тоді як у дослідній групі, яка отримувала заморожений корм, відходу риби не спостерігалось, і виживаність становила 100 %. Загибель риби на початковому етапі, найімовірніше, пов'язана з адаптаційним стресом після формування груп, проте сам факт повного збереження поголів'я на замороженому кормі свідчить про кращий фізіологічний стан риб дослідної групи.

За 43 доби середня маса особини в контрольній групі зросла з 3,00 до 3,86 г, а в дослідній – з 2,80 до 3,67 г. Абсолютний приріст маси виявився практично однаковим: 0,86 г у контролі та 0,87 г у досліді. Проте з урахуванням меншої вихідної маси риб дослідної групи відносний приріст у них був вищим: 31,0 % проти 28,6 % у контролі. Важливо, що іхтіомаса дослідної групи зросла на 13 г, тоді як контрольної – лише на 9 г, тобто приріст іхтіомаси в досліді був на 44,4 % більшим. Особливо помітно риби дослідної групи прискорили ріст у період з 24.09 по 01.10, коли маса групи зросла на 5 г за 1 тиждень, що в 2,5 раза перевищувало приріст контролю за той самий проміжок часу.

Морфометричні показники плямистого гурамі на початку та в кінці періоду вимірювань подано в таблиці 3.2. Приклад безконтактного вимірювання показано на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Безконтактні морфометричні проміри плямистого гурамі в програмі ImageMeter

Джерело: фото автора

Таблиця 3.2

Морфометричні показники плямистого гурамі, см

Показник	Контроль 03.09	Контроль 08.10	Зміна, см	Дослід 03.09	Дослід 08.10	Зміна, см
L	5,79	6,05	+0,26	5,15	5,48	+0,33
l	4,61	4,82	+0,21	4,16	4,43	+0,27
H	1,58	1,65	+0,07	1,61	1,73	+0,12
h	0,51	0,55	+0,04	0,67	0,73	+0,06
hc	1,22	1,28	+0,06	1,54	1,43	–0,11

Джерело: власні дослідження автора

Дані таблиці 3.2 засвідчують, що за 35 діб риби дослідної групи збільшили загальну довжину на 0,33 см, що на 26,9 % більше, ніж у контролі, де приріст становив 0,26 см. Подібна закономірність простежується і за довжиною без хвостового плавця: 0,27 см у досліді проти 0,21 см у контролі. Найбільш показовою є різниця за висотою тіла: у дослідній групі вона зросла на 0,12 см,

тоді як у контрольній – лише на 0,07 см. Це свідчить про те, що заморожений корм сприяв не лише лінійному росту, але й накопиченню маси в м'язовій тканині, тобто кращій вгодованості риб. Зменшення середнього значення довжини голови в дослідній групі на 0,11 см не має біологічного пояснення з погляду онтогенезу і, найімовірніше, відображає похибку вимірювання дрібних риб, тому цей показник ми розглядаємо з обережністю.

Отримані результати узгоджуються з даними, згідно з якими плямистий гурамі є еврифагом, що добре засвоює корми тваринного походження, а якість раціону істотно впливає на темпи росту, склад тіла та пігментацію риб [23]. Висока харчова активність риб дослідної групи та повне збереження поголів'я підтверджують, що заморожені безхребетні, близькі до природного раціону виду, є фізіологічно повноціннішим кормом для молоді плямистого гурамі порівняно з сухою сумішшю.

3.2. Морфо-біологічна характеристика меченосця зеленого в умовах аквакультури

Меченосець зелений є всеїдним видом, який у природних умовах живиться дрібними безхребетними, водоростями та детритом, а в акваріумних умовах охоче приймає як живі, так і штучні корми [22; 30]. Протягом усього досліду риби обох груп меченосця відзначались високою рухливістю, активно обстежували простір акваріума, жодних ознак захворювань, пошкоджень плавців чи порушень забарвлення не виявлено. Виживаність в обох групах становила 100 %. Динаміку маси меченосця наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Динаміка маси меченосця зеленого за період досліду

Дата зважування	Контроль: маса групи, г	Контроль: кількість, шт.	Контроль: середня маса особини, г	Дослід: маса групи, г	Дослід: кількість, шт.	Дослід: середня маса особини, г
27.08	4	10	0,40	4	10	0,40
03.09	10	10	1,00	9	10	0,90
10.09	11	10	1,10	10	10	1,00
17.09	12	10	1,20	12	10	1,20
24.09	12	10	1,20	13	10	1,30
01.10	13	10	1,30	14	10	1,40
08.10	14	10	1,40	16	10	1,60

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Як видно з таблиці 3.3, на початку досліду обидві групи мали однакову середню масу особини – 0,40 г, що свідчить про коректне формування груп-аналогів. Протягом 1-го тижня в обох групах відбулося різке збільшення маси: до 1,00 г у контролі та до 0,90 г у досліді. Такий стрибок характерний для молоді живородних риб, яка після переведення в нові умови з достатньою кормовою базою демонструє компенсаторний ріст. Надалі ріст стабілізувався, а з 10.09 риби дослідної групи почали набирати масу швидше, ніж контрольні. На 17.09 маса риб обох груп зрівнялась і становила 1,20 г, а вже з 24.09 риби, що отримували заморожений корм, стабільно випереджали контроль. На кінець досліду середня маса особини в дослідній групі становила 1,60 г, що на 14,3 % більше, ніж у контрольній, де вона дорівнювала 1,40 г.

Слід звернути увагу на період з 17.09 по 24.09, коли маса риб контрольної групи не змінилась і залишилась на рівні 1,20 г, тоді як у дослідній групі вона зросла до 1,30 г. Така зупинка росту на сухому кормі вказує на недостатню повноцінність раціону для забезпечення постійних темпів росту молоді меченосця. Морфометричні показники риб наведено в таблиці 3.4. Приклад безконтактних промірів меченосця показано на рис. 3.4.

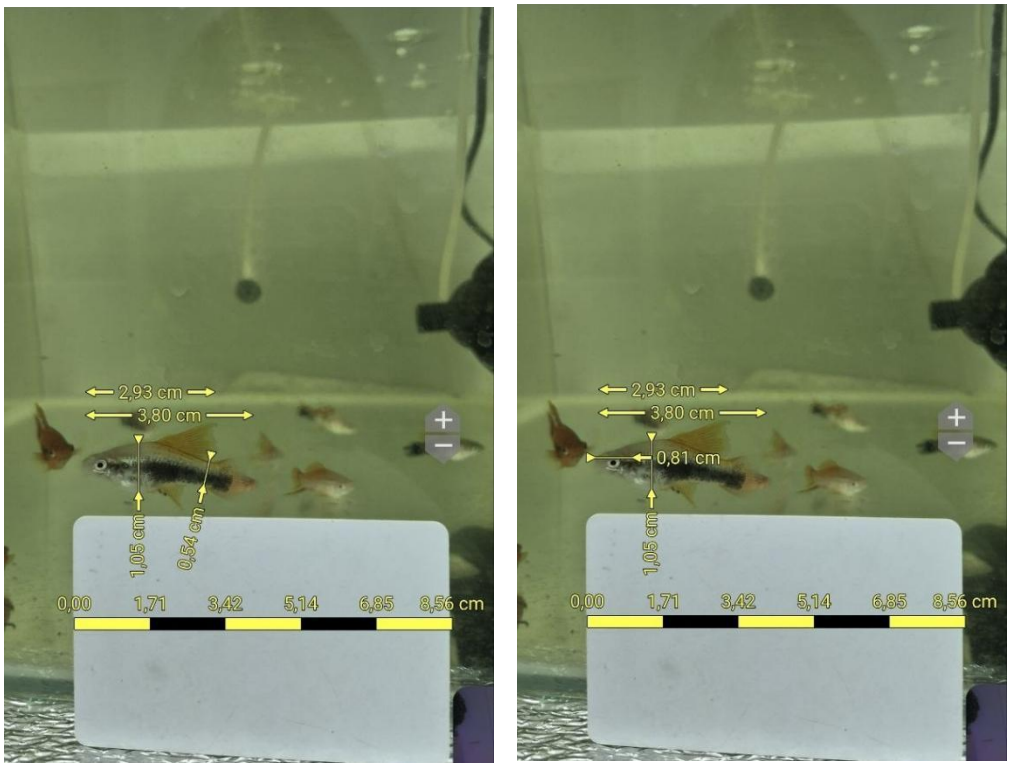


Рис. 3.4. Безконтактні морфометричні проміри меченосця зеленого в програмі ImageMeter

Джерело: фото автора

Таблиця 3.4

Морфометричні показники меченосця зеленого, см

Показник	Контроль 03.09	Контроль 08.10	Зміна, см	Дослід 03.09	Дослід 08.10	Зміна, см
L	2,61	2,85	+0,24	3,80	4,15	+0,35
l	2,15	2,35	+0,20	2,93	3,22	+0,29
H	0,84	0,91	+0,07	1,05	1,16	+0,11
h	0,40	0,44	+0,04	0,54	0,60	+0,06
hc	0,62	0,68	+0,06	0,81	0,89	+0,08

Джерело: власні дослідження автора

За даними таблиці 3.4, риби дослідної групи вже на 03.09 мали більші лінійні розміри, ніж контрольні, що пов'язано з природною розмірною неоднорідністю молоді. Однак показовішою є саме динаміка ознак. За 35 діб загальна довжина риб дослідної групи зросла на 0,35 см, тоді як у контрольній –

на 0,24 см, тобто приріст у досліді був на 45,8 % більшим. Довжина без хвостового плавця в досліді збільшилась на 0,29 см, у контролі – на 0,20 см. Висота тіла зросла відповідно на 0,11 та 0,07 см. За всіма 5 промірами приріст у дослідній групі перевищував контрольні значення, що свідчить про гармонійний розвиток організму риб на замороженому кормі.

Отримані результати повністю узгоджуються з даними досліджень, у яких порівнювали ріст, виживаність і вміст білка в тілі меченосця за годівлі живими та штучними кормами і встановили перевагу натуральних кормових організмів [31]. Аналогічно показано, що тип корму істотно впливає не лише на ріст, а й на плодючість меченосця, а комбіновані раціони забезпечують кращу продуктивність порівняно з одноманітними [22]. Таким чином, заморожені безхребетні, які за складом наближені до природного раціону, забезпечують вищу інтенсивність росту молоді меченосця зеленого, ніж сухий комбікорм, навіть збагачений компонентами тваринного походження.

3.3. Порівняльний аналіз біологічних показників *Trichogaster trichopterus* та *Xiphophorus helleri*

Для об'єктивного порівняння видів, які істотно відрізняються за розмірами та вихідною масою, недостатньо аналізувати лише абсолютні величини. Тому інтенсивність росту оцінювали за комплексом абсолютних і відносних показників, розрахованих як для всього періоду досліду тривалістю 42 доби, так і для періоду 03.09–08.10 тривалістю 35 діб, що виключає вплив початкового адаптаційного тижня. Результати розрахунків наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники інтенсивності росту маси досліджуваних видів

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Абсолютний приріст за 43 доби, г	1,00	1,20	0,86	0,87
Середньодобовий приріст за 43 доби, мг/добу	23,81	28,57	20,41	20,63
Відносний приріст за 43 доби, %	250,0	300,0	28,6	31,0
Питома швидкість росту SGR за 43 доби, %/добу	2,98	3,30	0,60	0,64
Абсолютний приріст за 35 діб, г	0,40	0,70	0,57	0,73
Середньодобовий приріст за 35 діб, мг/добу	11,43	20,00	16,33	20,95
Відносний приріст за 35 діб, %	40,0	77,8	17,4	25,0
Питома швидкість росту SGR за 35 діб, %/добу	0,96	1,64	0,46	0,64
Виживаність, %	100,0	100,0	93,3	100,0

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Дані таблиці 3.5 свідчать, що відносні темпи росту меченосця значно перевищують відповідні показники плямистого гурамі. Так, питома швидкість росту меченосця за 43 доби становила 2,98–3,30 %/добу, тоді як у гурамі – лише 0,60–0,64 %/добу. Це пояснюється тим, що молодь меченосця на початку досліду мала масу в 7 разів меншу, а дрібні риби завжди характеризуються вищою інтенсивністю обміну речовин і відносного росту. Водночас за середньодобовим приростом в абсолютних одиницях види виявились досить близькими: 20,41–28,57 мг/добу.

Найбільш показовим є порівняння періоду 03.09–08.10, коли вплив адаптації було виключено. У цей період перевага замороженого корму проявилась особливо чітко: у меченосця середньодобовий приріст у досліді був на 75,0 % вищим, ніж у контролі (20,00 проти 11,43 мг/добу), а в гурамі – на 28,3 % вищим (20,95 проти 16,33 мг/добу). Отже, меченосець виявився більш

чутливим до якості раціону, ніж гурамі. Порівняння лінійного росту видів наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Показники лінійного росту досліджуваних видів за 35 діб

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Абсолютний приріст L, см	0,24	0,35	0,26	0,33
Середньодобовий приріст L, мм/добу	0,069	0,100	0,074	0,094
Відносний приріст L, %	9,2	9,2	4,5	6,4
Абсолютний приріст l, см	0,20	0,29	0,21	0,27
Середньодобовий приріст l, мм/добу	0,057	0,083	0,060	0,077
Відносний приріст l, %	9,3	9,9	4,6	6,5

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Як видно з таблиці 3.6, в обох видів заморожений корм забезпечив вищий абсолютний приріст довжини. Відносний приріст довжини в меченосця був у 2 рази вищим, ніж у гурамі, що узгоджується з різницею у відносних темпах приросту маси. Індекси будови тіла, які характеризують форму риб, наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Індекси будови тіла досліджуваних видів

Індекс	Меченосець, контроль 03.09	Меченосець, контроль 08.10	Меченосець, дослід 03.09	Меченосець, дослід 08.10	Гурамі, контроль 03.09	Гурамі, контроль 08.10	Гурамі, дослід 03.09	Гурамі, дослід 08.10
H / l, %	39,1	38,7	35,8	36,0	34,3	34,2	38,7	39,1
l / H	2,56	2,58	2,79	2,78	2,92	2,92	2,58	2,56
hc / l, %	28,8	28,9	27,6	27,6	26,5	26,6	37,0	32,3
h / H, %	47,6	48,4	51,4	51,7	32,3	33,3	41,6	42,2

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Індекс високоспинності гурамі дослідної групи становив 38,7–39,1 %, що на 4,4–4,9 в.п. більше, ніж у контролі. Отже, риби на замороженому кормі мали вищу, краще виповнену форму тіла, характерну для добре вгодованих особин. У меченосця індекси протягом досліду залишались стабільними, що відповідає торпедоподібному типу будови тіла виду. Результати оцінки рівномірності росту за коефіцієнтом варіації подано в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Коефіцієнт варіації щотижневих приростів маси, %

Період	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
27.08–08.10 (42 доби)	129,6	77,5	54,8	67,9
03.09–08.10 (35 діб)	55,9	39,1	34,2	74,7

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

У меченосця заморожений корм забезпечив значно рівномірніший ріст: коефіцієнт варіації за 35 діб знизився з 55,9 % у контролі до 39,1 % у досліді, тобто з дуже високого до високого рівня мінливості. У гурамі дослідної групи Cv був вищим через різкий приріст у тижні 24.09–01.10, що відображає не нестабільність, а прискорення росту на завершальному етапі досліду.

3.4. Оптимізація технологічних параметрів вирощування досліджуваних видів

Одним з основних завдань роботи було визначення оптимального режиму годівлі досліджуваних видів. Добову норму корму встановлювали за результатами щотижневих зважувань відповідно до фактичної іхтіомаси кожного акваріума. Для сухого корму норма становила близько 2,0–2,6 % від

маси риб, а для замороженого, який містить значно більше води, – 5,0–18,0 %. Динаміку добових норм годівлі наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Добова норма годівлі риб за періодами досліду

Дата	Меченосець, контроль, г	Меченосець, контроль, % маси	Меченосець, дослід, г	Меченосець, дослід, % маси	Гурамі, контроль, г	Гурамі, контроль, % маси	Гурамі, дослід, г	Гурамі, дослід, % маси
27.08	0,08	2,0	0,6	15,0	1,00	2,2	2,1	5,0
03.09	0,20	2,0	1,6	17,8	1,00	2,2	3,5	8,0
10.09	0,22	2,0	1,8	18,0	1,10	2,3	3,6	8,0
17.09	0,24	2,0	2,1	17,5	1,20	2,4	4,0	8,7
24.09	0,24	2,0	2,2	16,9	1,30	2,5	4,2	8,8
01.10	0,26	2,0	2,4	17,1	1,35	2,5	4,6	8,7
08.10	0,28	2,0	2,7	16,9	1,38	2,6	4,8	8,7

Джерело: власні дослідження автора

Дані таблиці 3.9 показують, що норма замороженого корму для меченосця в 7–9 разів перевищувала норму сухого корму, а для гурамі – у 2–3,5 раза. На 27.08 гурамі дослідної групи отримували 0,5 кубика замороженого корму, що становило 2,1 г. Така різниця в нормах пояснюється насамперед вологістю кормів. Тому для об'єктивної оцінки ефективності раціонів ми розрахували витрати корму та кормові коефіцієнти, які наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

Витрати корму та кормовий коефіцієнт за 42 доби

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Тип корму	Сухий	Заморожений	Сухий	Заморожений
Згодовано корму, г	8,68	74,90	48,65	154,00
Приріст іхтіомаси, г	10	12	9	13
Кормовий коефіцієнт за натуральною масою	0,87	6,24	5,41	11,85
Згодовано сухої речовини, г	7,81	8,99	43,79	18,48
Кормовий коефіцієнт за сухою речовиною	0,78	0,75	4,87	1,42

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Перерахунок на суху речовину докорінно змінює уявлення про ефективність кормів. Для меченосця кормові коефіцієнти за сухою речовиною виявились майже однаковими: 0,78 у контролі та 0,75 у досліді. Для гурамі заморожений корм забезпечив кормовий коефіцієнт 1,42, що в 3,4 раза краще за сухий корм із коефіцієнтом 4,87. Це свідчить про те, що поживні речовини замороженого корму гурамі засвоював значно ефективніше, тоді як суха суміш у значній частині залишалась неперетравленою.

Важливим показником фізіологічного стану риб була швидкість споживання корму. В усіх акваріумах риби повністю з'їдали запропоновану порцію за 2–5 хв, найчастіше – приблизно за 3 хв, а в окремі дні – вже за 2 хв. Такий час свідчить про високу харчову активність риб і правильне нормування: порція не була надлишковою, тому корм не залишався на дні та не забруднював воду. Регулярні спостереження за поведінкою риб підтвердили, що обидва види активно приймали як сухий, так і заморожений корм, а явних ознак відмови від їжі не спостерігалось.

Температурний режим протягом досліду був стабільним і становив 25–26 °C в усіх акваріумах. Цей діапазон відповідає оптимуму для гурамі, який

становить 24–28 °С, та для меченосця – 22–26 °С [7; 30]. Отже, температура була сприятливою для обох видів і не обмежувала їх ріст. Водночас для меченосця температура 25–26 °С перебуває біля верхньої межі оптимуму, що прискорює обмін речовин і підвищує потребу в повноцінному кормі. Можливо, саме тому меченосець так чутливо відреагував на тип раціону.

На підставі отриманих результатів можна запропонувати такі шляхи оптимізації технології. Для плямистого гурамі доцільно використовувати заморожені корми як основу раціону в нормі 8–9 % від маси риб, що забезпечує вищий приріст і повне збереження поголів'я. Для меченосця зеленого оптимальним є комбінований раціон, у якому сухий корм у нормі 2 % від маси поєднується із замороженим. Такий підхід узгоджується з даними про переваги комбінованих раціонів для меченосця [22] та з рекомендаціями щодо застосування функціональних кормових добавок у декоративному рибництві [39]. Окрім того, враховуючи негативний вплив надмірної щільності посадки на ріст меченосця [44], доцільно контролювати щільність посадки під час вирощування молоді.

3.5. Відтворення та особливості нересту досліджуваних видів

Досліджувані види принципово відрізняються за біологією розмноження, що визначає і різні технологічні підходи до організації відтворення. Плямистий гурамі є ікрометним видом, самець якого будує на поверхні води гніздо з бульбашок повітря та охороняє кладку і личинок [47]. Меченосець зелений, навпаки, є яйцеживородним видом із внутрішнім заплідненням, у якого самка народжує повністю сформованих мальків, здатних одразу самостійно живитися [21; 30]. Порівняльну характеристику репродуктивних особливостей видів наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

Порівняльна характеристика репродуктивної біології досліджуваних видів

Показник	Плямистий гурамі	Меченосець зелений
Тип розмноження	Ікрометання з побудовою піняного гнізда	Яйцеживородіння
Тип запліднення	Зовнішнє	Внутрішнє за допомогою гоноподію
Оптимальна температура нересту, °C	26–29	24–26
Тривалість інкубації або вагітності	24–36 год	24–30 діб
Турбота про потомство	Самець охороняє гніздо та личинок	Відсутня, можливе поїдання молоді дорослими
Чисельність потомства за 1 цикл	Кілька сотень ікринок	20–100 мальків і більше
Вимоги до нерестовища	Мілководдя 10–15 см, плаваючі рослини, відсутність течії	Густа рослинність або сепаратор для молоді
Стартовий корм молоді	Інфузорії, науплії артемії	Науплії артемії, дрібний сухий корм

Джерело: складено автором на основі [7; 21; 30; 47]

Як видно з таблиці 3.11, технологія відтворення гурамі потребує значно більше умов, ніж технологія відтворення меченосця. Для нересту гурамі необхідне окреме нерестове угіддя з низьким рівнем води, плаваючою рослинністю та температурою, підвищеною до 26–29 °C [47]. Після нересту самку відсаджують, а самець охороняє гніздо до переходу личинок на активне живлення. Ендокринна система самок гурамі відіграє визначальну роль у дозріванні ооцитів, тому можливе гормональне стимулювання нересту в промислових умовах [19]. Для меченосця достатньо забезпечити вагітним самкам укриття з густої рослинності, щоб зменшити поїдання новонародженої молоді.

Хоча завданням нашого досліду було вивчення росту риб, отримані результати мають пряме значення і для організації відтворення. Плідники, вирощені на повноцінному раціоні, швидше досягають статевої зрілості та мають кращі репродуктивні показники. Встановлено, що тип корму впливає не лише на ріст, але й на плодючість меченосця [22]. Отже, вища інтенсивність

росту риб дослідних груп, які отримували заморожений корм, дає підстави очікувати їх швидшого досягнення розмірів, необхідних для формування маточного стада. Порівняння розмірних показників риб на кінець досліду з розмірами статевозрілих особин наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Розміри риб на кінець досліду порівняно з розмірами дорослих особин

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Загальна довжина L на 08.10, см	2,85	4,15	6,05	5,48
Довжина дорослих особин в акваріумі, см	10–14	10–14	10–12	10–12
Частка від розмірів дорослих особин, %	20–29	30–42	50–61	46–55
Середньодобовий приріст L, мм/добу	0,069	0,100	0,074	0,094
Стадія розвитку	Молодь	Молодь	Підросток	Підросток

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями та на основі [6; 30]

Аналіз таблиці 3.12 свідчить, що на кінець досліду риби обох видів ще не досягли статевої зрілості та перебували на стадії молоді або підростків. Гурамі вже досягли близько 46–61 % розмірів дорослих особин, тоді як меченосці – лише 20–42 %. Тому вирощування до статевозрілого віку потребує подальшого утримання риб на повноцінному раціоні. Беручи до уваги вищий середньодобовий приріст довжини в дослідних групах (0,100 мм/добу у меченосця та 0,094 мм/добу у гурамі), можна очікувати, що риби, які отримують заморожений корм, досягнуть розмірів, придатних для відтворення, раніше, ніж риби контрольних груп. Для практики це означає скорочення терміну вирощування ремонтного молодняку та зменшення витрат на утримання маточного стада.

На основі отриманих даних та узагальнення літературних джерел можна сформулювати основні технологічні вимоги до організації відтворення

досліджуваних видів у господарствах декоративного напрямку. Для плямистого гурамі плідників перед нерестом доцільно утримувати окремо за статтю протягом 10–14 діб та інтенсивно годувати замороженими кормами, оскільки саме цей раціон у нашому досліді забезпечив кращу вгодованість риб і вищий індекс високоспинності. Нерест слід проводити в окремих акваріумах із рівнем води 10–15 см, плаваючими рослинами та температурою 26–29 °C, а після вилуплення личинок забезпечити їх стартовими кормами відповідного розміру [11; 47]. Для меченосця зеленого маточне стадо доцільно формувати зі співвідношенням 1 самець на 2–3 самки, а вагітних самок пересаджувати в нерестовики з густою рослинністю або сепараторами для молоді. Враховуючи високу чутливість меченосця до якості раціону, встановлену в нашому досліді, годівля плідників повинна включати заморожені корми, які сприяють кращому розвитку ооцитів і підвищенню плодючості [22]. Важливо також контролювати показник pH та солоність води, від яких залежать ріст і виживаність молоді меченосця на ранніх етапах розвитку [24; 42].

3.6. Розрахунок економічної ефективності проведених досліджень

Економічна ефективність вирощування декоративних риб значною мірою визначається витратами на корми, оскільки в умовах акваріумного господарства саме ця стаття є однією з найбільших у собівартості продукції. Тому для оцінки економічної доцільності застосування різних кормів ми розрахували вартість обох раціонів, витрати корму на 1 особину та на 1 г приросту, а також умовну рентабельність вирощування. Вартість замороженого корму Aquaria асорті становила 73,50 грн за блістер масою 100 г, що містить 24 кубики. Отже, вартість 1 кубика дорівнювала 3,06 грн, а 1 г корму – 0,735 грн. Вартість компонентів сухого корму розраховували за середніми роздрібними цінами, що наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Розрахунок вартості сухого комбінованого корму (на 250 г суміші)

Компонент	Маса, г	Ціна, грн/г	Вартість, грн
Пластівці Aquaria	100	4,20	420,00
Артемія (порошок)	40	3,50	140,00
Гамарус (мелений)	30	1,17	35,10
Дафнія суха	40	1,00	40,00
Спіруліна в таблетках (мелена)	25	3,60	90,00
Печінка	15	0,20	3,00
Разом	250	2,91	728,10

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Таким чином, 1 г сухого корму власного виготовлення коштував 2,91 грн, що майже в 4 рази дорожче за 1 г замороженого корму. Проте сухий корм має значно вищий вміст поживних речовин, тому його добова норма значно менша. Витрати на корм для кожної групи наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Витрати на корм за період досліду

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Згодовано корму, г	8,68	74,90	48,65	154,00
Ціна корму, грн/г	2,91	0,735	2,91	0,735
Вартість згодованого корму, грн	25,28	55,05	141,69	113,19
Витрати корму на 1 особину, грн	2,53	5,51	10,12	7,55
Витрати корму на 1 г приросту, грн	2,53	4,59	15,74	8,71
Витрати корму на 1000 особин, грн	2528	5505	9446	7546

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Дані таблиці 3.14 свідчать про різну економічну ефективність кормів для 2 видів. Для меченосця сухий корм виявився економічно вигіднішим: вартість 1 г приросту в контролі становила 2,53 грн, тоді як у досліді – 4,59 грн, тобто на 81,4 % більше. Для гурамі, навпаки, заморожений корм виявився дешевшим: витрати на 1 г приросту в досліді становили 8,71 грн, що на 44,7 % менше, ніж у

контролі (15,74 грн). Розрахунок умовної рентабельності за середньою ціною реалізації риби наведено в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15

Розрахунок умовної рентабельності вирощування риби

Показник	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
Кількість риб на початку, шт.	10	10	15	15
Вартість посадкового матеріалу, грн	200,00	200,00	600,00	600,00
Вартість корму, грн	25,28	55,05	141,69	113,19
Загальні витрати, грн	225,28	255,05	741,69	713,19
Кількість риб на кінець, шт.	10	10	14	15
Ціна реалізації 1 особини, грн	35	35	65	65
Виручка, грн	350,00	350,00	910,00	975,00
Умовний прибуток, грн	124,72	94,95	168,31	261,81
Рівень рентабельності, %	55,4	37,2	22,7	36,7

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Як видно з таблиці 3.15, у гурамі заморожений корм забезпечив зростання рентабельності з 22,7 до 36,7 %, тобто на 14,0 в.п. Умовний прибуток у дослідній групі був на 93,50 грн більшим, що в перерахунку на 1000 особин посадкового матеріалу становить близько 6233 грн додаткового прибутку. Цей ефект досягнуто завдяки 2 чинникам: меншій вартості корму на 1 г приросту та повному збереженню поголів'я. У меченосця рентабельність у дослідній групі була нижчою (37,2 проти 55,4 %), оскільки вища вартість корму не компенсувалась ціною реалізації, адже ціна 1 особини не залежала від її маси.

Водночас слід враховувати, що риби меченосця дослідної групи були на 14,3 % важчими та більшими за розмірами, тому за реалізації за розмірними категоріями ця перевага могла б частково компенсувати додаткові витрати. Отримані результати узгоджуються з даними про те, що щільність посадки та тип годівлі суттєво впливають на економічну ефективність вирощування риби

[41; 45]. Отже, з економічного погляду оптимальним для гурамі є використання замороженого корму, а для меченосця – комбінованого раціону, де сухий корм є основою, а заморожений вводиться як добавка для підвищення темпів росту та якості продукції.

ВИСНОВКИ

1. Плямистий гурамі та меченосець зелений добре адаптуються до умов акваріумного вирощування за температури 25–26 °С. Виживаність меченосця в обох групах становила 100 %, гурамі – 93,3 % на сухому кормі та 100 % на замороженому.
2. За 42 доби середня маса гурамі зросла в контрольній групі з 3,00 до 3,86 г, а в дослідній – з 2,80 до 3,67 г. Приріст іхтіомаси на замороженому кормі становив 13 г проти 9 г на сухому. Загальна довжина гурамі за 35 діб збільшилась на 0,33 см у досліді та на 0,26 см у контролі.
3. Середня маса меченосця за 42 доби зросла з 0,40 до 1,40 г у контролі та до 1,60 г у досліді. Перевага дослідної групи за масою на кінець досліду становила 14,3 %. За всіма 5 промірами приріст у риб на замороженому кормі був вищим, ніж на сухому.
4. Меченосець характеризується значно вищими відносними темпами росту (SGR 2,98–3,30 %/добу), ніж гурамі (0,60–0,64 %/добу), і є більш чутливим до якості раціону: у період 03.09–08.10 заморожений корм підвищив середньодобовий приріст меченосця на 75,0 %, а гурамі – на 28,3 %.
5. Індекс високоспинності гурамі на замороженому кормі становив 38,7–39,1 %, що свідчить про кращу вгодованість риб. У меченосця заморожений корм знизив коефіцієнт варіації щотижневих приростів з 55,9 до 39,1 %, тобто забезпечив рівномірніший ріст.
6. Кормовий коефіцієнт за сухою речовиною для меченосця був майже однаковим на обох кормах (0,78 і 0,75), а для гурамі на замороженому кормі він становив 1,42 проти 4,87 на сухому. Риби повністю споживали корм за 2–5 хв, переважно за 3 хв.

7. Економічно найвигіднішим для гурамі є заморожений корм, який підвищив рентабельність з 22,7 до 36,7 % і дав додатковий прибуток близько 6233 грн у розрахунку на 1000 особин. Для меченосця вищу рентабельність забезпечив сухий корм (55,4 %), тому оптимальним для цього виду є комбінований раціон.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених досліджень для акваріумних та фермерських господарств декоративного напрямку пропонуємо таке.

1. Під час вирощування молоді плямистого гурамі як основний корм використовувати заморожені корми типу Aquaria асорті в нормі 8–9 % від маси риб, що дозволяє підвищити приріст іхтіомаси на 44,4 %, забезпечити 100 % виживаність і знизити витрати корму на 1 г приросту на 44,7 %.
2. Під час вирощування молоді меченосця зеленого застосовувати комбінований раціон: сухий корм власного виготовлення в нормі 2 % від маси риб як основу та заморожений корм як добавку, що поєднує економічну ефективність сухого корму та вищу інтенсивність росту, отриману на замороженому кормі.
3. Підтримувати температуру води на рівні 25–26 °C, регулярно, не рідше 1 разу на 7 діб, проводити контрольні зважування та коригувати добову норму корму відповідно до фактичної іхтіомаси.
4. Контролювати швидкість споживання корму: порція має повністю поїдатися за 2–5 хв, оптимально – за 3 хв, що запобігає забрудненню води та свідчить про правильне нормування.
5. Під час порівняння ефективності кормів різної вологості розраховувати кормовий коефіцієнт за сухою речовиною, оскільки розрахунок за натуральною масою не дає об'єктивної оцінки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище»: збірник тез доповідей // НУБіП України. Київ, 2021. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/zbirnik_tez_nubip_75_konferenciya_2021.pdf (дата звернення: 04.07.2026).
2. АКВАКУЛЬТУРА ШТУЧНИХ ВОДОЙМ // НУБіП України. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/До%20онтогенезу%20риб.%20Підручн.pdf (дата звернення: 04.07.2026).
3. Акваріумні рибки // ВУЕ (Велика українська енциклопедія). URL: https://vue.gov.ua/Акваріумні_риби (дата звернення: 04.07.2026).
4. ВИМОГЛИВА ДО ВІДТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ РИБА // Державна установа «Методично-технологічний центр з аквакультури». 2023. URL: https://bumtca.com.ua/vimogliva-do-vidtvorennya-ta-viroshhuvannya-riba-eurofish-magazine-6-2023-p-37-39/ (дата звернення: 04.07.2026).
5. Гурамі в акваріумі, догляд, і всі їх різновиди // Akva-service.com. 2026. URL: https://akva-service.com/uk/hurami-v-akvariumi/ (дата звернення: 04.07.2026).
6. Гурамі плямистий // Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гурамі_плямистий (дата звернення: 04.07.2026).
7. Гурамі: види, догляд, утримання, розмноження, сумісність, корм, фото-огляд // Aquaria blog. 2021. URL: https://blog.Aquaria.net/uk-ua/hurami-ryby-yaki-vysovuiut-nosa-z-vody (дата звернення: 04.07.2026).
8. Дослідницька робота "Мій акваріум" // Naurok.com.ua. URL: https://naurok.com.ua/doslidnicka-robota-miy-akvarium-127678.html (дата звернення: 04.07.2026).

9. Міністерство освіти і науки України: методичні рекомендації з декоративного рибництва // НУВГП. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/31067/1/05-03-152M.pdf (дата звернення: 04.07.2026).
10. Освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура» // НУБіП України. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u284/207_vodni_bioresursi_ta_akvakultura.pdf (дата звернення: 04.07.2026).
11. ОСНОВИ АКВАКУЛЬТУРИ: КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ТА БЕЗХРЕБЕТНИХ // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/323383222_OSNOVI_AKVAKULTURI_KULTIVUVANNA_MIKROVODOROSTEJ_TA_BEZHREBETNIH (дата звернення: 04.07.2026).
12. Рециркуляційні аквакультурні системи: інноваційний підхід до вирощування риби // Державне агентство України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм. 2024. URL: https://darg.gov.ua/_recirkuljacijni_akvakuljturni_0_0_0_13919_1.html (дата звернення: 04.07.2026).
13. Рециркуляційні аквакультурні системи: інноваційний підхід до вирощування риби // ДАРГ. Новини. URL: https://darg.gov.ua/index.php?content_id=13919&lang_id=1&lp=3 (дата звернення: 04.07.2026).
14. Рибоводно-біологічні особливості вирощування товарного коропа: кваліфікаційна робота // Поліський національний університет. Житомир, 2022. URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/13100/3/Misko_O_KR_207_2022.pdf (дата звернення: 04.07.2026).

15. Топ-10 трендів у галузі аквакультури 2023 року // Державне агентство рибного господарства України. 2023. URL: https://rv.darg.gov.ua/_top_10_trendiv_u_galuzi_0_0_0_1331_1.html (дата звернення: 04.07.2026).
16. Assessment of different water quality parameters under bottle aquaponic system and normal controlled conditions with Trichopodus trichopterus (Blue Gourami)/Academia.edu, 2024. URL: https://www.academia.edu/93667251/Assessment_of_different_water_quality_parameters_under_bottle_aquaponic_system_and_normal_controlled_conditions_with_Trichopodus_trichopterus_Blue_Gourami_ (дата звернення: 04.07.2026).
17. Bioaugmentation in the growth and water quality of livebearing ornamental fishes/Aquaculture International. Springer Nature Link. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-007-9152-8 (дата звернення: 04.07.2026).
18. Biology and invasive potential of the introduced swordtail *Xiphophorus* hellerii Heckel (*Poeciliidae*) in Western Australia/ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/230254424_Biology_and_invasive_potential_of_the_introduced_swordtail_*Xiphophorus*_hellerii_Heckel_*Poeciliidae*_in_Western_Australia (дата звернення: 04.07.2026).
19. Brain Control Reproduction by the Endocrine System of Female Blue Gourami (Trichogaster trichopterus)/Degani G. // Biology. 2020. DOI: 10.3390/biology9050109. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7284386/ (дата звернення: 04.07.2026).
20. Coping with stress: personality, life history and social dominance in swordtail fishes, *Xiphophorus* sp./ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/292449911_Coping_with_stress_pers

onality_life_history_and_social_dominance_in_swordtail_fishes_*Xiphophorus*_sp (дата звернення: 04.07.2026).

21. Disentangling historical relationships within *Poeciliidae* (Teleostei: Cyprinodontiformes) using ultraconserved elements // ScienceDirect. 2023. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1055790323002658 (дата звернення: 04.07.2026).
22. Effect Of Feed Type On Growth And Fertility In Ornamental Fish, *Xiphophorus* Helleri/ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/285936970_Effect_Of_Feed_Type_On_Growth_And_Fertility_In_Ornamental_Fish_*Xiphophorus*_Helleri (дата звернення: 04.07.2026).
23. Effects of Hibiscus rosasiensis as a natural carotenoid on growth performance, body composition, pigmentation and carotenoid in blood plasma of blue gourami, Trichogaster trichopterus at different stocking densities/ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/342121380_Effects_of_Hibiscus_rosasiensis_as_a_natural_carotenoid_on_growth_performance_body_composition_pigmentation_and_carotenoid_in_blood_plasma_of_blue_gourami_Trichogaster_trichopterus_at_different_stocking (дата звернення: 04.07.2026).
24. Effects of Selected Levels of Water pH on the Growth and Survival of Swordtail (*Xiphophorus* helleri) Larvae // Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. URL: https://ija.scholasticahq.com/article/20574-effects-of-selected-levels-of-water-ph-on-the-growth-and-survival-of-swordtail-*Xiphophorus*-helleri-larvae (дата звернення: 04.07.2026).
25. Enhancement of body coloration of sword-tail fish (*Xiphophorus* helleri): Plant-derived bio-resources could be converted into a potential dietary carotenoid supplement // PMC. URL:

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10114199/ (дата звернення: 04.07.2026).

26. Evaluation of a Recirculating Aquaculture System Research Facility Designed to Address Current Knowledge Needs in Atlantic Salmon Production/Mota V.C. et al. // Frontiers in Animal Science. 2022. Vol. 3. DOI: 10.3389/fanim.2022.876504. URL: https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2022.876504/full (дата звернення: 04.07.2026).
27. First confirmed record of an established population of green swordtail (*Xiphophorus* hellerii Heckel, 1848) in Europe/Pandakov P. et al. // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2021. № 422. Art. 31. URL: https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full_html/2021/01/kmae210029/kmae210029.html (дата звернення: 04.07.2026).
28. First Record of a Feral Population of Green Swordtail (*Xiphophorus* hellerii) with an Additional Record of Guppy (Poecilia reticulata) in Turkish Freshwaters/Kırankaya Ş.G., Ekmekçi F.G. // Hacettepe Journal of Biology and Chemistry. 2021. URL: https://www.fishi-pedia.com/fishes/*Xiphophorus*-hellerii (дата звернення: 04.07.2026).
29. Fish Welfare in Recirculating Aquaculture Systems (RAS): The Imperative for Environmental Enrichment (EE) // Animals. 2026. Vol. 16, № 4. Art. 635. URL: https://www.mdpi.com/2076-2615/16/4/635 (дата звернення: 04.07.2026).
30. Green Swordtail Fish: Breeding, Feeding, Reproduction, and Care // AquaHoy. 2025. URL: https://aquahoy.com/green-swordtail-fish-breeding-feeding-reproduction-care/ (дата звернення: 04.07.2026).
31. Growth, Survival and Body Protein Content of Swordtail (*Xiphophorus* helleri) Fed Live and Formulated Feeds/Debnath S. et al. URL:

https://researcherslinks.com/current-issues/Growth-Survival-and-Body-Protein-Content-of-Swordtail-*Xiphophorus*-helleri-Fed-Live-and-Formulated-Feeds/33/1/4571/html (дата звернення: 04.07.2026).

32. Markers of Genetic Variation in Blue Gourami (Trichogaster trichopterus) as a Model for Labyrinth Fish // PMC. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7999218/ (дата звернення: 04.07.2026).
33. Ornamental Fish Market Size & Share Analysis Report, 2030 // Grand View Research. URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ornamental-fish-market (дата звернення: 04.07.2026).
34. Ornamental Fish Market Size, Share, and Trends // The Brainy Insights. URL: https://www.thebrainyinsights.com/report/ornamental-fish-market-13706 (дата звернення: 04.07.2026).
35. Ornamental Fish Market Size, Share, Trends, Forecast by 2033 // Straits Research. URL: https://straitsresearch.com/report/ornamental-fish-market (дата звернення: 04.07.2026).
36. Phylogeny and biogeography of the Poecilia sphenops species complex (Actinopterygii, *Poeciliidae*) in Central America // PubMed. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23277160/ (дата звернення: 04.07.2026).
37. Recent Developments in Recirculating Aquaculture Systems: A Review // ResearchGate. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/387041885_Recent_Developments_in_Recirculating_Aquaculture_Systems_A_Review (дата звернення: 04.07.2026).
38. Recirculating aquaculture systems: Advances, impacts, and integrated pathways for sustainable growth // ScienceDirect. 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X25003238 (дата звернення: 04.07.2026).

39. Sustainable Ornamental Fish Aquaculture: The Implication of Microbial Feed Additives // Animals. 2023. Vol. 13, № 10. Art. 1583. DOI: 10.3390/ani13101583. URL: https://www.mdpi.com/2076-2615/13/10/1583 (дата звернення: 04.07.2026).
40. Systems approaches for sustainable fisheries: A comprehensive review and future perspectives // ScienceDirect. 2023. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550923001999 (дата звернення: 04.07.2026).
41. The effect of stocking density on profitability of African catfish (Clarias gariepinus) culture in extensive pond systems // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/332429126_The_effect_of_stocking_density_on_profitability_of_African_catfish_Clarias_gariepinus_culture_in_extensive_pond_systems (дата звернення: 04.07.2026).
42. The effects of salinity on growth of sword tail, *Xiphophorus* helleri (Heckel, 1848) // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/330337283_THE_EFFECT_OF_SALINITY_ON_GROWTH_OF_SWORDTAIL_*XIPHOPHORUS*_HELLERI_HECKEL_1848 (дата звернення: 04.07.2026).
43. The first record of the swordtail *Xiphophorus* hellerii Heckel, 1848 (*Poeciliidae*, Actinopterygii) established in the wild from Morocco // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/344252789_The_first_record_of_the_swordtail_*Xiphophorus*_hellerii_Heckel_1848_*Poeciliidae*_Actinopterygii_established_in_the_wild_from_Morocco (дата звернення: 04.07.2026).
44. The Growth of *Xiphophorus* hellerii is Negatively Correlated with Colony Density // bioRxiv. 2025. DOI: 10.1101/2025.09.22.677796. URL: https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2025.09.22.677796.full.pdf (дата звернення: 04.07.2026).

45. The value of regulating stocking densities in aquaculture must not be dismissed: a reply to Saraiva et al. 2022 // PMC. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10792038/ (дата звернення: 04.07.2026).
46. Trichogaster – an overview // ScienceDirect Topics. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/trichogaster (дата звернення: 04.07.2026).
47. Trichogaster trichopterus, A Temporary Paired Spawner/Cole B., Tamaru C.S., Bailey R., Brown C. // Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication. NOAA Repository. URL: https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/35685/noaa_35685_DS1.pdf (дата звернення: 04.07.2026).
48. Trichopodus trichopterus, Three spot gourami: fisheries, aquaculture, aquarium // FishBase. URL: https://www.fishbase.org/summary/Trichogaster-trichopterus.html (дата звернення: 04.07.2026).
49. *Xiphophorus* hellerii // ResearchGate. 2022. URL: https://www.researchgate.net/publication/365458301_*Xiphophorus*_hellerii (дата звернення: 04.07.2026).
50. *Xiphophorus* in Europe 2021/2022 – numbers! // Xipho.org. URL: https://xipho.org/*Xiphophorus*-in-europe-2021-2022-numbers/ (дата звернення: 04.07.2026).

ДОДАТКИ

Додаток А

Первинні дані контрольних зважувань і годівлі риб

Тут наведено первинні дані, зібрані під час досліду, що тривав з 27.08 по 08.10. На їх основі розраховано показники росту та витрати корму в розділі 3.

Таблиця А.1 Результати контрольних зважувань риб за акваріумами

Акваріум, група	Показник	27.08	03.09	10.09	17.09	24.09	01.10	08.10
1, меченосець, контроль	Маса групи, г	4	10	11	12	12	13	14
1, меченосець, контроль	Кількість риб, шт.	10	10	10	10	10	10	10
2, меченосець, дослід	Маса групи, г	4	9	10	12	13	14	16
2, меченосець, дослід	Кількість риб, шт.	10	10	10	10	10	10	10
3, гурамі, контроль	Маса групи, г	45	46	47	49	51	53	54
3, гурамі, контроль	Кількість риб, шт.	15	14	14	14	14	14	14
4, гурамі, дослід	Маса групи, г	42	44	45	46	48	53	55
4, гурамі, дослід	Кількість риб, шт.	15	15	15	15	15	15	15

Джерело: власні дослідження автора

Таблиця А.2 Добова норма корму за акваріумами, г

Акваріум, група	Тип корму	27.08	03.09	10.09	17.09	24.09	01.10	08.10
1, меченосець, контроль	Сухий	0,08	0,20	0,22	0,24	0,24	0,26	0,28
2, меченосець, дослід	Заморожений	0,6	1,6	1,8	2,1	2,2	2,4	2,7
3, гурамі, контроль	Сухий	1,00	1,00	1,10	1,20	1,30	1,35	1,38
4, гурамі, дослід	Заморожений	2,1	3,5	3,6	4,0	4,2	4,6	4,8

Джерело: власні дослідження автора

Таблиця А.3 Кількість згодованого корму за 7-добовими періодами, г
Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Період	Меченосець, контроль	Меченосець, дослід	Гурамі, контроль	Гурамі, дослід
27.08–02.09	0,56	4,20	7,00	14,70
03.09–09.09	1,40	11,20	7,00	24,50
10.09–16.09	1,54	12,60	7,70	25,20
17.09–23.09	1,68	14,70	8,40	28,00
24.09–30.09	1,68	15,40	9,10	29,40
01.10–07.10	1,82	16,80	9,45	32,20
Разом за 42 доби	8,68	74,90	48,65	154,00

Кількість корму за кожен період дорівнює добовій нормі на день зважування, помноженій на 7 діб. Підсумкові значення таблиці А.3 використано для розрахунку кормових коефіцієнтів (таблиця 3.10) та витрат на корм (таблиця 3.14).

Додаток Б

Первинні дані морфометричних вимірювань і характеристика кормів

Тут наведено середні значення промірів риб на 2 дати вимірювань та дані про корми, які використовували в досліді.

Таблиця Б.1 Результати морфометричних вимірювань риб на 03.09, см

Акваріум, група	L	l	h	hc	H
1, меченосець, контроль	2,61	2,15	0,40	0,62	0,84
2, меченосець, дослід	3,80	2,93	0,54	0,81	1,05
3, гурамі, контроль	5,79	4,61	0,51	1,22	1,58
4, гурамі, дослід	5,15	4,16	0,67	1,54	1,61

Джерело: власні дослідження автора

Таблиця Б.2 Результати морфометричних вимірювань риб на 08.10, см

Акваріум, група	L	l	h	hc	H
1, меченосець, контроль	2,85	2,35	0,44	0,68	0,91
2, меченосець, дослід	4,15	3,22	0,60	0,89	1,16
3, гурамі, контроль	6,05	4,82	0,55	1,28	1,65
4, гурамі, дослід	5,48	4,43	0,73	1,43	1,73

Джерело: власні дослідження автора

Примітка. L – загальна довжина тіла з хвостовим плавцем; l – довжина тіла без хвостового плавця; h – висота найменшої частини хвостового стебла; hc – довжина голови; H – найбільша висота тіла від спини до черевця.

Таблиця Б.3 Склад замороженого корму Aquaria асорті

Компонент	Група кормових об'єктів
Дафнія	Ракоподібні (зоопланктон)
Циклоп	Ракоподібні (зоопланктон)
Коретра	Личинки комах
Криль мелений	Морські ракоподібні
Вольфія, ряска	Водні рослини
М'ясо риб	Тваринний білок
Мошка	Личинки комах

Джерело: складено автором за даними маркування виробника

Таблиця Б.4 Вихідні дані для розрахунку вартості замороженого корму

Показник	Значення
Маса 1 блістера, г	100
Кількість кубиків у блістері, шт.	24
Вартість 1 блістера, грн	73,50
Середня маса 1 кубика, г	4,17
Вартість 1 кубика, грн	3,06
Вартість 1 г корму, грн	0,735
Використано для меченосця, дослід, кубиків	18
Використано для гурамі, дослід, кубиків	37

Джерело: розраховано автором за власними дослідженнями

Дані таблиць Б.1 і Б.2 використано для розрахунку приросту довжини та індексів будови тіла (таблиці 3.2, 3.4, 3.6, 3.7). Дані таблиць Б.3 і Б.4 використано для опису умов годівлі та розрахунку економічної ефективності (підрозділ 3.6).