

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ПИЛИПЕНКО АНАСТАСІЯ СЕРГІЇВНА

УДК 639.3.08:591.3:575.224(043.3)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**АНАЛІЗ УМОВ УТРИМАННЯ ТА РОЗВЕДЕННЯ ТРАНСГЕННОГО
БАРБУСА СУМАТРАНСЬКОГО GLOFISH (PUNTIGRUS TETRAZONA
GLOFISH) В УМОВАХ ДЕКОРАТИВНОГО АКВАРІУМА**

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Анастасія ПИЛИПЕНКО

Керівник роботи:
Дмитро ВИСКУШЕНКО,
кандидат біол. наук, доцент

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту:

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури
№ __ від «__» _____ 2025 р.

Завідувач кафедри біоресурсів, тваринництва

та аквакультури

Діна ЛІСОГУРСЬКА

«__» _____ 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Анастасія ПИЛИПЕНКО** захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Пилипенко А.С. Аналіз умов утримання та розведення трансгенного барбуса суматранського GloFish (*Puntigrus tetrazona* GloFish) в умовах декоративного акваріума. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура». – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У роботі досліджено особливості утримання та технології розведення трансгенного барбуса суматранського (*Puntigrus tetrazona* GloFish) у лабораторних умовах декоративного акваріума. Встановлено, що найбільш сприятливими для утримання і розмноження є температура 26 °C, pH 6,8-7,2, освітлення тривалістю 10-12 годин та використання живого корму перед нерестом. В умовах контрольованого нересту одна пара продукувала до 200 ікринок.

Ключові слова: *Puntigrus tetrazona* GloFish, трансгенні риби, декоративне рибництво, нерест, умови утримання.

ANNOTATION

Pylypenko A.S. Analysis of conditions for keeping and breeding transgenic Sumatra barb GloFish (*Puntigrus tetrazona* GloFish) in a decorative aquarium. – Qualification paper manuscript copyrights.

Qualification work for obtaining a Bachelor's degree in the specialty 207 «Aquatic Bioresources and Aquaculture». – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The paper investigates the peculiarities of keeping and breeding the transgenic Sumatra barb (*Puntigrus tetrazona* GloFish) under laboratory conditions in a decorative aquarium. It was found that the most favorable parameters for successful maintenance and spawning include a temperature of 26 °C, pH 6.8-7.2, lighting for 10-12 hours per day, and pre-spawning feeding with live food. In

controlled spawning conditions, a pair produced up to 200 eggs.

Key words: *Puntigrus tetrazona* GloFish, transgenic fish, ornamental aquaculture, spawning, keeping conditions.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Біологічні особливості барбуса суматранського та його трансгенних форм	8
1.2. Сучасні підходи до утримання і розведення декоративних риб у неволі	11
2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
2.1. Характеристика об'єкта дослідження та умов утримання в акваріумі	13
2.2. Методика організації нересту та спостережень за репродуктивною активністю	17
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	19
3.1. Вплив параметрів водного середовища на поведінку і життєдіяльність трансгенного барбуса	19
3.2. Оцінка репродуктивної активності та виживаності потомства	21
ВИСНОВКИ	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25

ВСТУП

У сучасному світі акваріумістика стрімко розвивається як галузь хобі та частково як напрям прикладної біотехнології [5]. Одним із найбільш динамічних її сегментів є розведення генетично модифікованих декоративних риб [9]. Особливий інтерес викликають види з неоновим світінням, отриманим шляхом введення флуоресцентних генів, зокрема трансгенні форми, відомі під загальною комерційною назвою GloFish [1]. Одним із представників цієї групи є барбус суматранський GloFish (*Puntigrus tetrazona* GloFish) – яскраво забарвлена риба, популярна серед акваріумістів завдяки своїй декоративній привабливості та активній поведінці.

Проте попри широке розповсюдження трансгенних барбусів у торгівлі, наукова інформація щодо їхньої біології, репродуктивної здатності, а також особливостей утримання і розведення в штучних умовах є фрагментарною. Актуальність даного дослідження полягає у необхідності створення науково обґрунтованих рекомендацій щодо інкубації, утримання й розведення трансгенного барбуса суматранського в умовах декоративного акваріума.

Метою даної кваліфікаційної роботи полягає в аналізі особливостей утримання та технологій розведення *Puntigrus tetrazona* GloFish у лабораторних умовах з метою визначення оптимальних параметрів середовища та чинників, які сприяють успішному нересту й виживаності потомства.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначено такі **завдання**:

- ✓ проаналізувати літературні джерела з питань біології та утримання трансгенних декоративних риб;
- ✓ охарактеризувати особливості поведінки та фізіології трансгенного барбуса суматранського;
- ✓ визначити вплив параметрів середовища (температури, світлового режиму, складу кормів) на репродуктивну активність;
- ✓ дослідити життєздатність потомства залежно від умов утримання та стимуляції нересту;

✓ розробити практичні рекомендації для утримання та розведення виду в аматорських і напівпромислових умовах.

Об'єктом дослідження є трансгенний барбус суматранський (*Puntigrus tetrazona* GloFish).

Предмет дослідження є умови утримання, фактори, що впливають на репродуктивну здатність виду, та особливості поведінки трансгенних форм у період нересту.

Методи дослідження. У дослідженні застосовано комплекс методів: емпіричні (спостереження за поведінкою, реєстрація кількісних показників нересту), експериментальні (створення умов індукованого нересту, змін параметрів середовища), аналітичні (опрацювання наукової літератури, аналіз отриманих даних), а також методи статистичної обробки результатів.

Перелік публікацій автора за темою дослідження.

Пилипенко А.С. Трансгенний барбус суматранський: технології розведення в умовах акваріума. ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2025 : мат. XXI Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 90-92

Вискушенко Д.А., Невмержицький С.М., Пилипенко А.С. Оптимізація умов утримання тропічних риб у прісноводному акваріумі. ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2025 : мат. XXI Всеукр. наук.-практ. конф. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 80-82

Практичне значення полягає у створенні ефективної моделі розведення трансгенного барбуса суматранського в умовах декоративного акваріума. Отримані результати можуть бути використані як рекомендації для акваріумістів-любителів, професійних розвідників риб, а також як основа для подальших наукових досліджень щодо впливу генетичних змін на життєдіяльність водних організмів.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 28 сторінках комп'ютерного тексту, кількість таблиць – 3, кількість рисунків – 5. Список використаної літератури – 40 джерел.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості барбуса суматранського та його трансгенних форм

Барбус суматранський (*Puntigrus tetrazona*) належить до родини корошових (*Cyprinidae*) [30, 32] і є одним із найпопулярніших видів серед акваріумних риб завдяки яскравому зовнішньому вигляду, динамічній поведінці та відносно простим умовам утримання [3, 28]. Природним ареалом виду є південно-східна Азія, зокрема острів Суматра, Борнео [33], а також частини півострова Малакка (рис. 1.1.1). У природних умовах цей вид трапляється у повільно текучих або стоячих водоймах із рясною рослинністю, м'якою та слабо кислою водою [37].

За зовнішніми ознаками барбус суматранський має сплюснене з боків тіло з характерним тигровим забарвленням: золотаво-жовтий або жовтогарячий фон з чотирма вертикальними чорними смугами. Дорослі особини сягають 5-7 см у довжину (рис. 1.1.2) [39]. Вони є стадними рибами, найкомфортніше почуваються у групах від 6-8 особин, демонструючи складну соціальну поведінку з чітко вираженою ієрархією [27]. Середня тривалість життя у неволі становить 4-6 років за умови дотримання оптимальних умов утримання [6].

Трансгенні форми барбуса суматранського, зареєстровані під торговою маркою GloFish, є результатом генної інженерії, в ході якої до геному риби було інтегровано гени флуоресцентних білків, запозичених у коралів, медуз або морських анемонів [7]. Ці білки, зокрема GFP (зелений флуоресцентний білок), RFP (червоний) і YFP (жовтий), забезпечують світіння тіла риб у спектрі ультрафіолетового освітлення [10]. Такі особини набули широкого розповсюдження на ринку акваріумістики через ефектний вигляд, особливо в умовах використання спеціального LED-освітлення [35].



Рис. 1.1.1. Типовий біотоп проживання барбуса суматранського

Хоча за морфологічними параметрами трансгенні риби незначно відрізняються від диких форм, на біохімічному та фізіологічному рівнях спостерігаються певні зміни [12]. Встановлено, що флуоресцентні білки можуть впливати на енергетичний обмін, імунну відповідь та гормональний фон, що, в свою чергу, позначається на поведінці, рості, репродуктивній здатності та стресостійкості [4].

Серед поведінкових особливостей трансгенних форм помічено знижену агресивність у порівнянні з дикою формою [36]. Також трансгенні особини демонструють вищу чутливість до змін у параметрах водного середовища, таких як температура, кислотність та освітлення [2]. Це може бути пов'язано з впливом трансгенних вставок на ендокринну систему та функціонування органів чуттів.

Окремої уваги заслуговує питання репродуктивної активності трансгенних барбусів. Деякі дослідження свідчать, що наявність флуоресцентних білків може опосередковано впливати на кількість ікри,

якість сперматозоїдів, а також життєздатність потомства [13]. Проте ці зміни зазвичай мають помірний характер і не виключають можливості ефективного розведення виду в умовах акваріума.

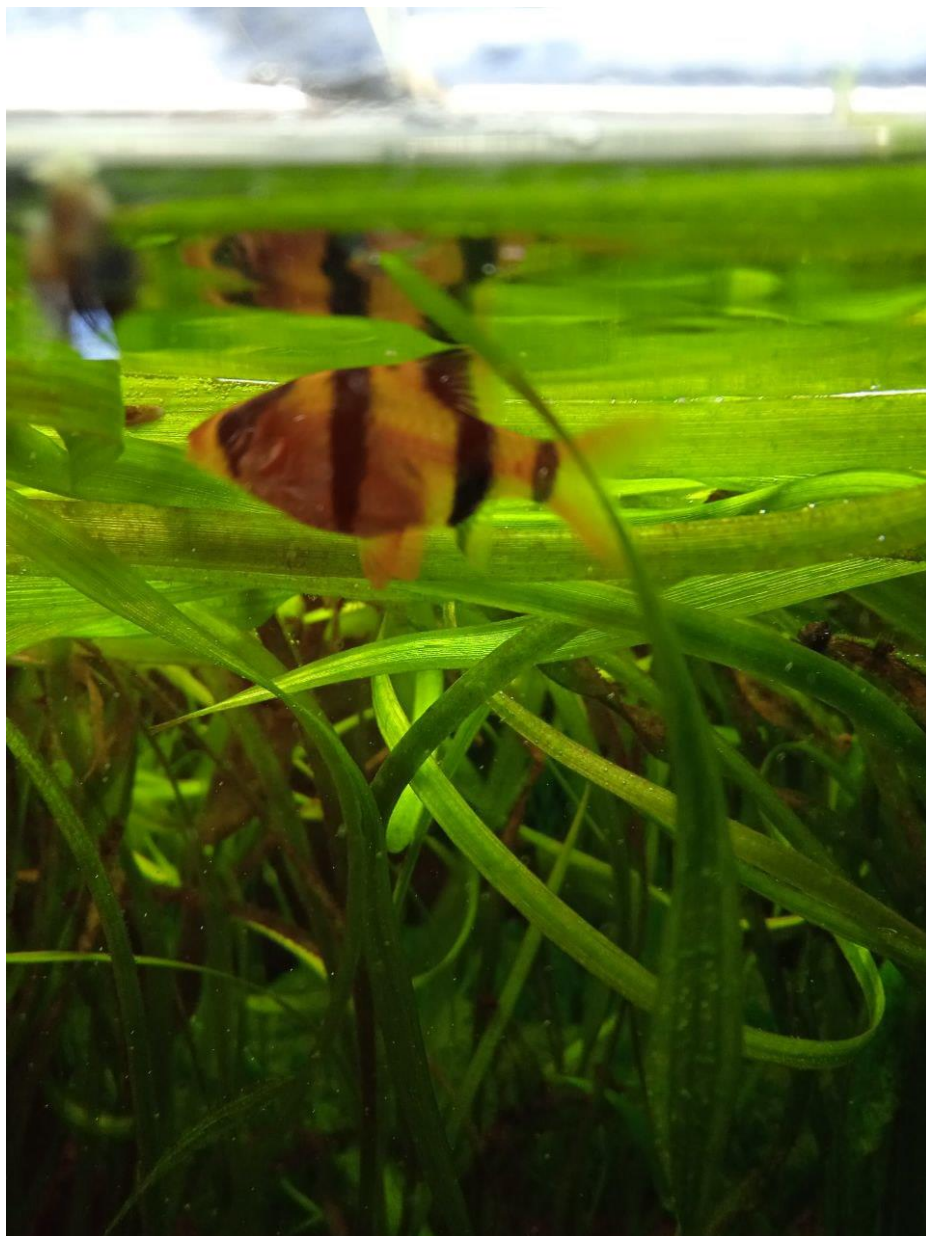


Рис. 1.1.2. Барбус суматранський (*Puntigrus tetrazona*) у дослідному акваріумі.

Отже, трансгенні форми барбуса суматранського зберігають більшість характерних рис свого дикого предка, проте демонструють підвищену чутливість до змін середовища та дещо змінену біологічну реактивність, що потребує врахування під час створення умов утримання і розведення.

1.2. Сучасні підходи до утримання і розведення декоративних риб у неволі

Сучасна акваріумістика є однією з найдинамічніших галузей декоративного рибництва, яка поєднує естетичну, наукову та комерційну складові [28]. Зі зростанням попиту на кольорові та незвичайні види риб, зокрема гібриди, селекційні та трансгенні форми, виникає потреба у вдосконаленні підходів до їх утримання й розведення [25].

Ключовими чинниками, що визначають успіх у тривалому утриманні декоративних риб, є стабільність параметрів водного середовища (температура, рН, жорсткість), якість фільтрації та аерації, освітлення, тип і режим годівлі, а також біоценотична структура акваріума [22]. У зв'язку з цим дедалі частіше використовуються біофільтраційні системи [14], які поєднують механічну, хімічну та біологічну очистку води, а також автоматичні контролери параметрів середовища [26].

Світловий режим має особливе значення для стимуляції природної поведінки риб, у тому числі нерестової [8]. Використання LED-світильників із програмованим циклом «світанок-сутінки» дозволяє моделювати природні добові ритми, знижуючи рівень стресу у риб [21]. Додатковим фактором є спектральний склад світла, що може впливати на активність флуоресцентних білків у трансгенних форм.

У питаннях годівлі спостерігається тенденція до переходу від суто сухих кормів до комбінованих схем, що поєднують живі, заморожені та рослинні компоненти [40]. Це дозволяє урізноманітнити раціон, забезпечити повноцінне харчування та покращити репродуктивні показники. Водночас важливим є дотримання режиму годівлі та уникнення перенасичення, що може призводити до забруднення води і порушення біобалансу [15].

Під час розведення декоративних риб основною метою є створення умов, максимально наближених до природних. Це передбачає наявність

субстратів для ікрометання, рослинних укриттів, зміни температури або ж імітацію дощового сезону [16]. Для більшості видів, у тому числі й барбусів, важливим є підбір пар, що базується на вікових та фізіологічних критеріях. Оптимальне співвідношення статей та використання окремих нерестовиків сприяють підвищенню відсотку заплідненої ікри.

Серед новітніх технологій можна виокремити застосування інкубаторів для ікри, автоматичних систем годівлі личинок, спеціалізованих біотопних акваріумів, а також моніторингових платформ для відстеження змін у поведінці риб у реальному часі. Ці рішення дозволяють оптимізувати процес розведення, підвищити виживаність потомства та забезпечити стабільну популяцію декоративних форм.

Таким чином, сучасні підходи до утримання і розведення декоративних риб ґрунтуються на поєднанні знань про біологію виду, технологій автоматизації та контролю параметрів середовища, а також індивідуальному підході до умов інкубації [38]. У випадку трансгенних форм ці підходи потребують додаткової адаптації з урахуванням генетичних особливостей та фізіологічної чутливості таких організмів [34].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єкта дослідження та умов утримання в акваріумі

Об'єктом дослідження у даній роботі обрано трансгенну форму барбуса суматранського (*Puntigrus tetrazona* GloFish) – генетично модифікований різновид популярного представника родини *Cyprinidae*, що характеризується інтенсивним флуоресцентним забарвленням. Ця форма була отримана шляхом вбудовування у геном фрагментів ДНК, відповідальних за біолоюмінесцентні властивості, зокрема генів коралів або медуз (наприклад, GFP — green fluorescent protein). В результаті створено риб з виразним рожевим, зеленим, помаранчевим та синім сяйвом, що проявляється при ультрафіолетовому освітленні. Основне призначення трансгенних барбусів – декоративне, проте зростаючий інтерес до біології цих форм зумовлює необхідність їх системного дослідження.

Типовий трансгенний барбус суматранський за зовнішніми морфологічними ознаками близький до дикої форми виду: тіло веретеноподібне, помірно стиснуте з боків, спинний плавець загострений, хвостовий – виїмчастий. Дорослі особини досягають 5-6 см у довжину, живуть у середньому 4-5 років. У самців забарвлення зазвичай яскравіше, особливо в період статевої активності, тоді як самки мають повніше черевце і менш контрастні кольори (табл. 2.1.1).

Для транспортування трансгенних барбусів суматранських GloFish ми використовували пластикові мішки з киснем у співвідношенні 1:2 (вода : повітря), намагаючись підтримувати при цьому стабільну температуру в межах 24–26 °C (рис. 2.1.1). Аклімація риб має здійснюватися поступово: протягом 30-40 хвилин у ємність з рибами додавали воду з основного акваріума малими порціями кожні 5-7 хвилин (рис. 2.1.2).

Таблиця 2.1.1

Загальні морфо-фізіологічні характеристики трансгенного барбуса
суматранського

Показник	Значення
Довжина тіла дорослої особини	4,5–7 см
Статева зрілість	4–6 міс
Оцінка забарвлення	Неонова (рожеве, зелене, помаранчеве світіння)
Тривалість життя	3–5 років

Після акліматизації ми витримували риб у карантинному акваріумі об'ємом 10–20 л з м'якою фільтрацією та аерацією протягом 7-10 діб. Це дозволило знизити ризик стресу та адаптувати риб до нових умов утримання. Очевидно, що уникаючи різких змін параметрів середовища, можна значно підвищити виживаність та подальшу репродуктивну активність особин.



Рис. 2.1.1. Транспортування барбусів суматранських GloFish

Для успішного утримання в акваріумі трансгенні барбуси потребують стабільного водного середовища з добре налагодженою фільтрацією та

регулярною аерацією [23]. Було встановлено, що оптимальні фізико-хімічні параметри води включають температуру 25-27 °C, кислотність рН 6,8-7,2, загальну жорсткість 5-10°dGH. Особливо важливо уникати різких змін температури або рН, оскільки трансгенні форми мають підвищену чутливість до зовнішніх факторів, що може призводити до втрати апетиту, зниження активності та навіть летальних наслідків [18].



Рис. 2.1.2. Процес аклімації барбусів суматранських GloFish

Окреме значення має структура акваріумного простору. Риб слід утримувати у видових або змішаних акваріумах об'ємом не менше 40 літрів на невелику групу (6-8 особин). Барбуси – активні зграйні риби, тому рекомендовано утримувати їх у групах, що зменшує рівень агресії і сприяє формуванню природної поведінки. У складі декору доцільно

використовувати живі або штучні рослини, корчі, каміння та інші укриття, які дозволяють риbam уникати прямого контакту у разі конфліктів. Субстрат ми обрали темного кольору для кращого контрасту з флуоресцентним забарвленням (рис. 2.1.3).

Освітлення в акваріумі має бути достатнім, але не надмірним. Для підсилення ефекту світіння рекомендовано використовувати LED-світильники з функцією ультрафіолету або синього спектру. Освітлення повинно тривати 10-12 годин на добу з поступовим вмиканням і вимиканням, що зменшує рівень стресу в риб.



Рис. 2.1.3. Субстрат дослідного акваріума

Щодо раціону, трансгенні барбуси, як і звичайні форми виду, всеїдні, однак для підтримання високої життєздатності та яскравості забарвлення рекомендується комбіноване годування. Основу раціону складають високоякісні сухі корми з вмістом каротиноїдів, а також живі або морожені корми: дафнія, мотиль, артемія. Під час підготовки до нересту особливу

увагу слід приділяти підвищеному вмісту білка у раціоні, що позитивно впливає на розвиток ікри та загальну фертильність.

Отже, створення сприятливих умов для утримання трансгенного барбуса потребує комплексного підходу, що включає не лише фізико-хімічні параметри води, але й урахування поведінкових особливостей виду, якості корму, світлового режиму та соціальної структури популяції в межах одного акваріума.

2.2. Методика організації нересту та спостережень за репродуктивною активністю

Процес організації розмноження трансгенних барбусів суматранських у неволі базується на класичних підходах до розведення цієї групи риб, проте потребує певних адаптацій, пов'язаних із специфікою генетично модифікованих форм. Головною метою організації нересту є створення умов, максимально наближених до природних тригерів розмноження, таких як зміна температури, інтенсивності освітлення, а також доступність білкової їжі (рис. 2.2.1).

Підготовка до нересту розпочинається з відбору статевозрілих особин. Вік риб на момент дослідження становив 8-10 місяців – період, коли особини досягають статевої зрілості. Статева диференціація у трансгенного барбуса є чіткою: самки мають округле черевце, а самці відзначаються більш яскравим забарвленням та агресивною поведінкою. Для організації пар використовували співвідношення 1:1 (самець : самка), що дозволяє уникнути домінування агресивного самця над кількома самками.

Перед нерестом риб утримували окремо в умовах «переднерестової дієти», що включала інтенсивне годування живими кормами протягом 3-5 днів. Такий підхід забезпечував нагромадження поживних речовин у тілі самки, необхідних для повноцінного дозрівання ікри.

Для проведення нересту використовували окремі нерестові ємності

об'ємом 20-30 літрів, оснащені фільтрацією, аерацією та нагрівачем з терморегуляцією. Температура в нерестовику підтримувалась на рівні 26-27 °C, рН 6,8-7,0, а жорсткість коливалась в межах 6-8°dGH. На дно розміщувалась сітка з отворами 3-5 мм, яка перешкоджала поїданню ікри батьками. Для додаткового захисту ікри та зниження рівня стресу використовувались штучні рослини або пучки яванського моху.

Освітлення у нерестовику було м'яким, розсіяним, із поступовою зміною яскравості (імітація світанку та сутінків). Тривалість освітлення 10 годин на добу. Такі умови сприяли синхронізації репродуктивної активності риб і підвищували частоту ікрометань.

У перші години після висадження пари у нерестовик проводилось постійне спостереження. Основну увагу приділяли поведінковим реакціям: активному переслідуванню самця, штовханню самки, руху парюю біля субстрату. При появі ознак готовності (припинення харчової активності, спрямовані рухи до дна, «тремтіння» тіла) фіксувався момент початку ікрометання. Як правило, процес тривав 1-2 години, після чого дорослих особин вилучали з нерестовика.

Спостереження за розвитком ікри та личинок здійснювались щоденно з фіксацією морфологічних стадій та кількісних показників життєздатності. Ікра барбуса має слабку клейкість, тому легко прилипає до поверхні рослин або сітки. Через 24-36 годин після нересту з'являлись личинки, які через 3-4 доби переходили до активного живлення. На цьому етапі вкрай важливо забезпечити наявність стартового корму, а саме інфузорії-туфельки.

Методика організації нересту трансгенних форм загалом виявилась ефективною за умови суворого контролю параметрів середовища. Найбільше значення мали стабільність температури, попереднє інтенсивне годування, наявність укриттів і дотримання світлового режиму. Поведінка риб під час нересту була схожою на природну форму виду, однак іноді спостерігались збої у репродуктивному циклі при незначних змінах параметрів води, що потребує подальших досліджень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Вплив параметрів водного середовища на поведінку і життєдіяльність трансгенного барбуса

Стан і динаміка водного середовища є критичними чинниками для нормального функціонування організму риб, особливо таких чутливих форм, як трансгенний барбус суматранський [11]. Як показали наші дослідження, фізико-хімічні параметри води, зокрема температура, рН, концентрація розчиненого кисню та рівень освітлення, мають прямий вплив на поведінкові реакції, активність, темп метаболізму та загальну життєздатність риб.

У процесі спостережень встановлено, що найбільш сприятливим для трансгенних особин є температурний діапазон 25-26 °С (табл. 3.1.1). При зниженні температури до 23 °С спостерігалось зменшення рухової активності, поява млявості та зниження апетиту, що свідчить про уповільнення метаболічних процесів. Водночас перевищення температури понад 28 °С призводило до прискореного дихання, хаотичних рухів та пошуку притінку, що свідчило про прояви теплового стресу. Таким чином, трансгенний барбус демонструє вузький температурний комфортний діапазон, що вимагає постійного моніторингу та регулювання температурного режиму.

Щодо рівня кислотності, найбільш стабільна поведінка риб фіксувалась при рН 6,8-7,2. У разі зсуву до кислого середовища (рН < 6,5) риби ставали збудженими, інтенсивно плавали по периметру акваріума, намагаючись покинути середовище. При рН вище 7,5 іноді починали спостерігатись короткочасні судомоподібні рухи, що також вказувало на порушення іонного балансу у внутрішньому середовищі організму.

Аналіз рівня розчиненого кисню засвідчив, що при зменшенні його концентрації до 4 мг/л у риб знижувалась здатність до активного плавання,

з'являлась потреба підійматися до поверхні для ковтання повітря. Після підвищення рівня аерації до 6-7 мг/л риби повертались до нормального стану. Це свідчить про потребу у високому рівні насичення води киснем для підтримання активної життєдіяльності трансгенних форм.

Таблиця 3.1.1

Оптимальні умови утримання трансгенного барбуса в акваріумі

Параметр	Оптимальне значення
Об'єм акваріума	від 50 л
Температура	24–26 °C
pH	6,8–7,2
Жорсткість (GH)	5–12 °dGH
Фільтрація	Середня або потужна
Аерація	Обов'язкова
Освітлення	Помірне

Окрему роль відіграє освітлення. Застосування надто яскравих джерел світла змушувало риб переховуватись серед рослин або в нижньому шарі води. Натомість помірне освітлення стимулювало активне пересування, змагання між самцями та контактну поведінку. Це особливо важливо у контексті флуоресцентної природи забарвлення трансгенних барбусів, яке найбільш виразне під ультрафіолетовим або синьо-фіолетовим спектром.

Значний вплив мають і показники загальної жорсткості води. Висока жорсткість ($>12^{\circ}\text{dGH}$) спричиняла зниження рухливості, що, ймовірно, пов'язане з труднощами осморегуляції. Оптимальними для трансгенного барбуса виявились показники $5\text{--}8^{\circ}\text{dGH}$, що збігається з біотопними характеристиками природного ареалу виду.

Крім фізико-хімічних параметрів, поведінкові реакції тісно пов'язані з просторовою структурою акваріума. Риби, що утримувались у резервуарах з наявністю рослинного укриття, проявляли нижчий рівень стресу, частіше

демонстрували індивідуальну активність і менше часу проводили у стані тривоги. Це вказує на важливість біотопної насиченості середовища, зокрема при груповому утриманні.

Таким чином, результати досліджень доводять, що трансгенний барбус суматранський є високочутливим до змін гідрохімічних параметрів, особливо до температури, рН та освітлення. Підтримання стабільних умов утримання не лише забезпечує високу життєздатність особин, а й сприяє збереженню нормальної поведінкової структури, необхідної для подальшої репродуктивної активності.

3.2. Оцінка репродуктивної активності та виживаності потомства

Однією з ключових задач дослідження трансгенних форм риб є визначення їх здатності до повноцінного відтворення [19]. З огляду на втручання в геном, що супроводжує створення GloFish-варіантів, постає питання про можливі відхилення у репродуктивних параметрах і знижену життєздатність потомства. У рамках дослідження трансгенного барбуса суматранського проведено оцінку нерестової активності, кількісні показники ікрометання та рівень виживаності на різних стадіях розвитку.

Упродовж періоду спостереження було проаналізовано понад 20 нерестових циклів. Показник участі в ікрометанні склав 90 %, що свідчить про високу репродуктивну мотивацію трансгенних форм за наявності відповідних умов. Водночас, рівень інтенсивності ікрометання виявився варіативним: від 120 до 250 ікринок на пару, залежно від віку риби, умов утримання перед нерестом і рівня попередньої годівлі.

Після ікрометання ікра інкубувалась у тих самих умовах, що й батьківські пари, але без їх присутності. У середньому через 24-36 годин починалась ембріональна активація, і до кінця третьої доби спостерігалось вилуплення личинок. Життєздатність ембріонів коливалась у межах 70-85 %, що є показником високої якості ікри. Варто відзначити, що при порушенні

температурного режиму (зниження на 2-3 °C) цей показник знижувався до 40-50 %, а при коливаннях рН – до 60 % (табл. 3.2.1).

Після вилуплення личинки перебували в умовах слабого освітлення та зниженої аерації. На 4–5 добу починалось активне живлення, що здійснювалось інфузоріями та наупліями артемії. Протягом перших 10 днів спостерігалась найвища смертність, яка в середньому складала 20-25 % у різних серіях досліду. Основними причинами виявились інтенсивне освітлення, нестача корму або забруднення води. Після переходу на сухі мікрокорми рівень виживаності стабілізувався на рівні 70-75 %.

Таблиця 3.2.1

Репродуктивні показники трансгенних барбусів у різних умовах

Умови досліду	Середня кількість ікринок/пара	Вилуплення (%)	Вживаність личинок (%)
Оптимальні умови	180	90	75
Підвищена температура	160	85	58
Знижений рН	170	83	62
Нестабільне світло	150	80	49

Цікавим є спостереження щодо інтенсивності флуоресценції в потомства. Вже на 14-16 день частина молоді демонструвала виразне світіння під УФ-лампю, що свідчить про активну експресію трансгену [20]. У подальшому виявлено, що такі особини мали трохи нижчий темп росту в порівнянні з менш яскраво забарвленими побратимами. Це, ймовірно, свідчить про певне навантаження на метаболічні системи через активність флуоресцентного білка.

Важливим фактором, що впливав на виживаність мальків, була щільність посадки [31]. За оптимального співвідношення 1 личинка на 0,5 л води рівень загибелі не перевищував 20 %. При перевищенні щільності вдвічі смертність зростала майже до 40 %, що зумовлено не лише дефіцитом кисню, а й розвитком агресії або конкуренції за корм. Отже, для масового вирощування потомства трансгенного барбуса рекомендовано суворо дотримуватись нормативів щільності та контролю за якістю води.

Таким чином, результати оцінки репродуктивної здатності трансгенних форм демонструють високий потенціал до успішного розведення, проте з вираженою чутливістю до зовнішніх чинників. Основними умовами для забезпечення життєздатного потомства є стабільність параметрів середовища, поступовий перехід між стадіями годівлі та забезпечення достатнього простору в акваріумі. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення впливу трансгенного навантаження на довготривалий ріст, фертильність і міжпоколінну стабільність потомства.

ВИСНОВКИ

•

1. Трансгенний барбус суматранський демонструє високий ступінь чутливості до фізико-хімічних параметрів водного середовища, зокрема до температури, рН, вмісту кисню та освітлення. Найбільш стабільна поведінка та життєздатність спостерігаються за температури 25–27 °С, рН 6,8–7,2 та за умов постійної аерації.
2. Поведінкові реакції трансгенних риб значною мірою залежать від освітлення і структури акваріумного середовища. Помірне освітлення та наявність укриттів знижують рівень стресу.
3. Репродуктивна активність трансгенного барбуса зберігається на високому рівні за умови дотримання оптимальних параметрів середовища. У 90 % пар спостерігалось ікрометання з кількістю ікри від 120 до 250 шт.
4. Життєздатність ембріонів та виживаність личинок суттєво залежать від стабільності умов інкубації та вирощування. Коливання температури або рН призводять до зниження виживаності ембріонів до 40–60 %, що підкреслює важливість контролю параметрів середовища.
5. Оптимальні умови вирощування мальків включають поетапну зміну режимів годівлі, низьку щільність посадки (1 особина на 0,5 л) та поступову адаптацію до інтенсивного освітлення. У таких умовах рівень виживаності потомства сягає 70–75 %.
6. Флуоресценція у трансгенного потомства з'являється на 14–16 добу життя й варіює за інтенсивністю, що може бути пов'язано з особливостями експресії трансгену. Яскраво флуоресцентні особини, однак, мали дещо нижчий темп росту.
7. Загалом трансгенний барбус суматранський демонструє добру адаптацію до умов декоративного акваріума та високий репродуктивний потенціал, однак утримання й розведення цієї форми потребує ретельного контролю за параметрами середовища та технологічною дисципліною на всіх етапах онтогенезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрощук І.В., Андрощук І.П. Використання екзотичних риб в дизайні. навч. посіб. Тернопіль : Богдан, 2014. 320 с.
2. Астон К., Паркер С. Природа навколо нас. Харків : Книж. клуб, 2007. 64 с.
3. Білявцева В.В., Мушит С.О., Сироватко К.М Основи акваріумістики. навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця : 2020. 233 с.
4. Буднік С. В., Колосок А.М . Акваріуміст-початківець: навчальний посібник . Луцьк : Вежа-Друк, 2016. 156 с.
5. Буднік С. В., Колосок А.М. Основи акваріумістики та аквадизайну: навчальний посібник. Луцьк, 2024. 174 с.
6. Вербицький В. Історія, проблеми, перспективи одомашнення екзотичних риб. К.: СМП «Аверс», 2003. 304 с.
7. Вискушенко Д. А., Андрійчук Т. В., Гулько В. О Переваги утримання Тернеції Glo Fish у шкільному куточку живої природи. Theoretical and applied aspects of the application of modern science : Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, 2022. С. 44-46
8. Вискушенко А.П., Вискушенко Д.А., Андрійчук Т.В. Методичні рекомендації для проведення навчально-польової практики з курсу «Зоологія хребетних». Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 34 с.
9. Вискушенко Д.А., Максименко Ю.В., Андрійчук Т.В. , Макаревич Л.В. Генетично модифіковані гідробіонти як об'єкти утримання у шкільному акваріумі Current challenges, trends and transformations : proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. Boston, 2022. С. 413-414.
10. Вискушенко Д. А., Максименко Ю. В., Ткаченко В. В., Вознюк Л. В. Утримання генетично модифікованих акваріумних риб у шкільному акваріумі Multidisciplinary scientific notes. Theory, history and practice :

proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Edmonton, 2022. С. 465-467

11. Вискушенко Д.А., Невмержицький С.М., Пилипенко А.С. Оптимізація умов утримання тропічних риб у прісноводному акваріумі. Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2025 : матеріали XXI Всеукр. наук.-практ. конф. (24 квітня 2025 року). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 80-82
12. Гринжевський М. В. Аквакультура України (організаційно-економічні аспекти) К. : Вільна Україна, 1998. 364 с.
13. Дегтярьов П. А., Євтушенко М. Ю., Шерман І. Й. Фізіологія риб : Аграрна освіта, 2008. 341 с.
14. Кононенко Р.В., Кононенко, Кононенко І. С., Мушит С. О. Технічні засоби в аквакультурі: посібник: КОМПРИНТ, 2018. 310 с.
15. Кононцев С.В., Гороховська Ю. Р. Хвороби декоративних риб та шляхи їх поширення. Таврійський науковий вісник, 2011. № 76.. С. 240-246.
16. Куновський Ю.В., Присяжнюк Н.М., Гриневич Н.Є, Михальський О.Р. Біологія об'єктів декоративної аквакультури : Метод. вказівки до виконання практ. робіт. Біла Церква, 2018. 58 с.
17. Мельник О. П., Костюк В. В., Шевченко П. Г. Анатомія риб. підручник К.: Центр учб. літ-ри, 2008. 624 с.
18. Мушит С.О., Панько В. В. Гідрохімічний та гідробіологічний склад, біомаса та чисельність основних груп гідро біонтів. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. 2010. Вип. 4 (44). С.133-138.
19. Пентиліук Р.С. Теоретичні основи рибництва Частина II : конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2016. 192 с.
20. Пилипенко А.С. Трансгенний барбус суматранський: технології розведення в умовах акваріума. Виклики сьогодення та наслідки Чорнобильської катастрофи. ЕКОЛОГІЯ. НАУКА. ПРАКТИКА-2025 :

- матеріали XXI Всеукр. наук.-практ. конф. (24 квітня 2025 року). Житомир : Поліський національний університет, 2025. С. 90-92
21. Пустовіт Н.О., Плечова З.Н.. Екологічні задачі, ігри та вікторини : навч. посіб. К. : Наук.думка, 1995. 72 с.
 22. Рудь М. Акваріум школяра К. : Рад. шк., 1990. 64 с.
 23. Романишин Г. Світ акваріуму К. : Урожай, 1989. 160 с.
 24. Стибель В. В., Березовський А. В., Довгій Ю. Ю. Інвазійні хвороби риб: навчальний посібник. Житомир: Полісся, 2016. 142 с.
 25. Хвостик, О. П., Вискушенко, Д. А. Акваріумістика як засіб формування природничої компетентності у школярів. Реалізація наступності в природничій освіті: реалії та перспективи: збірник науково-методичних праць. Житомир Видавництво О.О. Євенок, 2018. 113-116.
 26. Хільчевський В.К., Осадчий В.І, Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
 27. Чумак І.М. Мешканці акваріума та догляд за ними. Шепетівка, 2013. 48с.
 28. Шереметьєв І. Акваріумні рибки К. : Рад. шк., 1988. 115 с.
 29. Школьник Ю. Підводний світ. Мешканці морів і океанів. Х. : Вид-во «Книжковий клуб “Клуб сімейного дозвілля”», 2015. 64 с.
 30. Шевченко П.Г., Пилипенко Ю.В. Основи систематики рибоподібних і риб. Навчальний посібник. Київ, 2016. 230 с.
 31. Щапова О.П. Домашній акваріум. Харків: Фолио, 2005. 351 с.
 32. Щербуха А. Я. Українська номенклатура іхтіофауни України К. : Зоомузей ННПМ НАН України, 2003. 50 с.
 33. Animalia – онлайн-енциклопедія тваринного світу [веб-сайт] 2016-2025 URL: <https://animalia.bio/uk> (Дата перегляду: 14.03.2025)
 34. ZooSvit.info. Суматранський барбус. [веб-сайт] URL : <https://zoosvit.info/ribki/sumatranskii-barbus.html> (Дата перегляду: 11.04.2025)

35. Блог Тетра. Глофіш (GloFish) – фантастичне світіння [веб-сайт]
<https://blog.tetra.net/uk-ua/hlofish-glofish-fantastychne-svitinnia> (дата
звернення: 24.04.2025)
36. Блог Тетра. Тернеція глофіш – кольорова іскринка [веб-сайт]
<https://blog.tetra.net/uk-ua/ternetsiia-hlofish-kolorova-iskrynka> (дата
звернення: 12.04.2025)
37. Національна мережа інформації з біорізноманіття [веб-сайт] 2017-2025
URL : <https://ukrbio.com/> (Дата перегляду: 19.03.2025)
38. НБУВ [веб-сайт] 2013-2025 URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (Дата
перегляду: 21.03.2025)
39. Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України [веб-сайт] 2004-
2025 URL : <https://www.izan.kiev.ua/> (Дата перегляду: 05.04.2025)
40. Національна мережа інформації з біорізноманіття [веб-сайт] 2017-2025
URL : <https://ukrbio.com/> (Дата перегляду: 19.04.2025)