

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ШЕВЧЕНКО АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

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

УДК 639.312.16
(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВЕДЕННЯ І УТРИМАННЯ
ДЕКОРАТИВНИХ ФОРМ
ЗОЛОТОЇ РИБКИ (*Carassius auratus*)
В УМОВАХ АКВАРІУМІВ
(тема роботи)

207 Водні біоресурси та аквакультура
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

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

Андрій ШЕВЧЕНКО

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Світлана МАТКОВСЬКА
(прізвище, ім'я, по батькові)
К. С.Г. Н., ДОЦЕНТ
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Шевченко А.М. – Аналіз особливостей розведення і утримання декоративних форм Золотої рибки (*carassius auratus*) в умовах акваріумів

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

В роботі надано результати проведених досліджень визначено що ступінь морфологічної модифікації Золотої рибки (*Carassius auratus*) має сильну негативну кореляцію з її біологічною стійкістю (виживаність, плодючість). Низька виживаність короткотілих селекційних ліній (Телескоп, Перлінка) обумовлена комплексом фізіологічних (стиснення внутрішніх органів) та етологічних (неконкурентоспроможність, травматизм) факторів. Оптимальне аквакультурне середовище для Золотої рибки вимагає диференційованого підходу до утримання (розділення за швидкістю, м'який потік води, спеціалізована годівля)..

Наукова новизна отриманих результатів: вперше на основі інтегративного підходу (поєднання етології, фізіології та морфометрії) кількісно встановлено сильні негативні кореляційні залежності (зокрема, $r \approx -0.90$ між ступенем морфологічної модифікації та виживаністю) для ключових селекційних ліній Золотої рибки. Удосконалено методику моделювання оптимального середовища шляхом введення параметрів біологічної стійкості та соціальної несумісності (агресії) у розрахунки.

Практичне значення отриманих результатів: розроблено науково обгрунтовані рекомендації для виробництва щодо диференційованого утримання селекційних ліній, які дозволять знизити втрати (падіння) найбільш вразливих форм (Телескоп, Перлінка) на 10-15%. Сформовано критерії безпечного біотичного середовища (тип ґрунту, відсутність гострих декорацій) для забезпечення здоров'я вразливих до травм ліній (Водяні очі, Телескоп). Результати можуть бути використані для впровадження нових стандартів аквакультури та у навчальному процесі для підготовки фахівців у галузі декоративної іхтіології та аквакультури.

Основні положення що виносяться на захист: ступінь морфологічної модифікації Золотої рибки (*Carassius auratus*) має сильну негативну кореляцію з її біологічною стійкістю (виживаність, плодючість). Низька виживаність короткотілих селекційних ліній (Телескоп, Перлінка) обумовлена комплексом фізіологічних (стиснення внутрішніх органів) та етологічних (неконкурентоспроможність, травматизм) факторів. Оптимальне аквакультурне середовище для Золотої рибки вимагає диференційованого підходу до утримання (розділення за швидкістю, м'який потік води, спеціалізована годівля).

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел. Робота викладена на 35 сторінках, містить 7 таблиць, 8 рисунків. Список літератури становить 41 найменування.

Ключові слова: Золота рибка, *Carassius auratus*, селекційні лінії, аквакультура, біологічна стійкість, етологія, морфометрія, кореляційний аналіз, Телескоп, Перлінка, Ранчу.

ABSTRACT

Shevchenko A.M. – Analysis of the peculiarities of breeding and maintenance of decorative forms of Goldfish (*carassius auratus*) in aquarium conditions

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 207 - Water bioresources and aquaculture - Polish National University, Zhytomyr, 2025.

The paper presents the results of the conducted research and determined that the degree of morphological modification of the Goldfish (*Carassius auratus*) has a strong negative correlation with its biological stability (survival, fertility). The low survival rate of short-bodied selection lines (Teleskop, Perlanka) is due to a complex of physiological (compression of internal organs) and ethological (uncompetitiveness, traumatism) factors. The optimal aquaculture environment for goldfish requires a differentiated approach to maintenance (separation by speed, gentle water flow, specialized feeding).

The scientific novelty of the obtained results: for the first time, on the basis of an integrative approach (a combination of ethology, physiology and morphometry), strong negative correlations were quantitatively established (in particular, $r \approx -0.90$ between the degree of morphological modification and survival) for key breeding lines of the Goldfish. The method of modeling the optimal environment has been improved by introducing the parameters of biological stability and social incompatibility (aggression) into the calculations.

The practical significance of the obtained results: scientifically based recommendations for the production of differentiated maintenance of breeding lines have been developed, which will reduce the loss (decline) of the most vulnerable forms (Telescope, Perlanka) by 10-15%. The criteria for a safe biotic environment (soil type, absence of sharp scenery) have been formed to ensure the health of injury-prone lines (Water eyes, Telescope). The results can be used for the implementation of new aquaculture standards and in the educational process for the training of specialists in the field of decorative ichthyology and aquaculture.

The main propositions put forward for protection: the degree of morphological modification of the Goldfish (*Carassius auratus*) has a strong negative correlation with its biological stability (survival, fecundity). The low survival rate of short-bodied selection lines (Teleskop, Perlanka) is due to a complex of physiological (compression of internal organs) and ethological (uncompetitiveness, traumatism) factors. The optimal aquaculture environment for Goldfish requires a differentiated approach to maintenance (separation by speed, gentle water flow, specialized feeding).

Structure of work. The qualification work consists of an introduction, three sections, conclusions, recommendations for production, a list of used sources. The work is laid out on 35 pages, contains 7 tables, 8 figures. The bibliography consists of 41 items.

Key words: Goldfish, *Carassius auratus*, selection lines, aquaculture, biological stability, ethology, morphometry, correlation analysis, Telescope, Pearl, Ranchu.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ І АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	6
1.1. Значення золотої рибки в світовій декоративній аквакультурі.....	6
1.2. Культ золотої рибки в Японії.....	7
1.3. Культура золотої рибки в Китаї.....	9
РОЗДІЛ ІІ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ І ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
2.1. Загальна характеристика золотої рибки (<i>Carassius auratus</i>).....	12
2.2. Методики вивчення золотої рибки (<i>Carassius auratus</i>) та її селекційних ліній.....	14
2.3. Програма досліджень	16
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
3.1. Селекційні лінії золотої рибки (<i>Carassius auratus</i>)	18
3.2. Аналіз умов утримання селекційних ліній золотої рибки (<i>Carassius auratus</i>) в умовах акваріумів.....	22
3.3. Аналіз стійкості селекційних ліній золотої рибки (<i>Carassius auratus</i>) в акваріумах.....	25
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	35

ВСТУП

Актуальність досліджень: актуальність обумовлена глобальною тенденцією до зростання ринку декоративної аквакультури та потребою в науково обґрунтованих стандартах утримання високодекоративних, але біологічно вразливих селекційних ліній Золотої рибки (*Carassius auratus*). Існуючі практики розведення часто ігнорують біологічні компроміси, спричинені екстремальною селекцією, що призводить до низької виживаності, втрати продуктивності та погіршення якості. Інтегративний підхід дозволяє кількісно оцінити вразливість та моделювати оптимальне середовище для підвищення ефективності аквакультури.

Мета роботи: вивчення особливостей акваріумного розведення та аналіз стійкості ключових селекційних ліній золотої рибки (*Carassius auratus*) шляхом проведення інтегративних досліджень.

Об'єкт дослідження: селекційні лінії золотої рибки (*Carassius auratus*).

Предмет дослідження: комплекс біотичних, абіотичних, морфологічних та етологічних параметрів, що визначають рівень виживаності, швидкість росту та відтворну здатність селекційних ліній Золотої рибки в умовах акваріумного утримання.

Методи дослідження: використовувався етологічний моніторинг; Експериментальний метод порівняльного аналізу виживаності та плодючості контрольних груп у стандартизованих умовах. Статистичний аналіз для встановлення взаємозв'язків між селекційними ознаками та стійкістю.

Наукова новизна отриманих результатів: вперше на основі інтегративного підходу (поєднання етології, фізіології та морфометрії) кількісно встановлено сильні негативні кореляційні залежності (зокрема, $r \approx -0.90$ між ступенем морфологічної модифікації та виживаністю) для ключових селекційних ліній Золотої рибки. Удосконалено методику моделювання оптимального середовища шляхом введення параметрів біологічної стійкості та соціальної несумісності (агресії) у розрахунки.

Практичне значення отриманих результатів: розроблено науково обґрунтовані рекомендації для виробництва щодо диференційованого утримання селекційних ліній, які дозволять знизити втрати (падіння) найбільш вразливих форм (Телескоп, Перлінка) на 10-15%. Сформовано критерії безпечного біотичного середовища (тип ґрунту, відсутність гострих декорацій) для забезпечення здоров'я вразливих до травм ліній (Водяні очі, Телескоп). Результати можуть бути використані для впровадження нових стандартів аквакультури та у навчальному процесі для підготовки фахівців у галузі декоративної іхтіології та аквакультури.

Апробація результатів досліджень: за темою бакалаврського дослідження було опубліковано 3 тези на науково-практичних конференціях:

1. Шевченко А. М. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДЕКОРАТИВНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ У СВІТІ // Innovations of modern science and education. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2025. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/ii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovations-of-modern-science-and-education-29-31-10-2025-vankuver-kanada-arhiv/>.

2. Шевченко А.М. Особливості аквакультури як підгалузі народного господарства // Science and education: synergy of innovation. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Tokio, Japan. (6-8.11.2025). - 2025. Pp. 20-23.

3. Шевченко А.М. Біологічні та екологічні особливості золотої рибки (*carassius auratus*) в природних та штучних умовах // Innovations of modern science and education. Proceedings of the 12nd International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Liverpool, UK. (13-15.11. 2025) .-2025. Pp.34-36.

Основні положення що виносяться на захист: ступінь морфологічної модифікації Золотої рибки (*Carassius auratus*) має сильну негативну кореляцію з її біологічною стійкістю (виживаність, плодючість). Низька виживаність короткотілих селекційних ліній (Телескоп, Перлінка) обумовлена комплексом фізіологічних (стиснення внутрішніх органів) та етологічних (неконкурентоспроможність, травматизм) факторів. Оптимальне аквакультурне середовище для Золотої рибки вимагає диференційованого підходу до утримання (розділення за швидкістю, м'який потік води, спеціалізована годівля).

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на 32 сторінках, містить 7 таблиць, 11 рисунків. Список літератури становить 41 найменування.

Ключові слова: Золота рыбка, *Carassius auratus*, селекційні лінії, аквакультура, біологічна стійкість, етологія, морфометрія, кореляційний аналіз, Телескоп, Перлінка, Ранчу.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Значення золотої рибки в світовій декоративній аквакультурі

Золота рибка – це перша одомашнена декоративна риба у світі. Її історія почалася в Китаї понад тисячу років тому (близько X століття), коли буддистські монахи почали розводити червоних мутантів срібного карася у своїх ставках.

Поширення золотої рибки з Китаю в Японію (XVI ст.), а потім в Європу (XVII ст.) та Америку стало поштовхом до розвитку акваріумістики як світового хобі та комерційної галузі [1, 12].

У багатьох культурах, особливо азійських (Китай, Японія), золота рибка традиційно символізує процвітання, багатство, удачу та довголіття. Вона була настільки цінною, що спочатку була доступна лише імператорам і знаті.

Золота рибка залишається на першому місці за популярністю серед акваріумних мешканців завдяки своїм унікальним характеристикам:

Золоті рибки – холодноводі (комфортно почуваються при 18–23°C), що робить їх ідеальними для утримання як у приміщеннях, так і у відкритих декоративних ставках у багатьох регіонах світу. Вони витримують ширший діапазон умов, ніж більшість тропічних риб [2, 26].

Вони можуть бути першим вибором для акваріумістів-початківців (зокрема, більш прості форми, як-от комета чи вакін) і водночас предметом захоплення для досвідчених селекціонерів (екзотичні японські та китайські породи). Хоча багато хто асоціює їх із невеликими акваріумами, золоті рибки, особливо їхні довготілі форми, можуть вирости до 20–30 см і більше у великих ставках, що також робить їх популярними ставковими рибами у Європі та Північній Америці [3, 16].

Жоден інший вид акваріумних риб не має такої різноманітності штучно виведених порід (понад 120), як золота рибка. Селекційна робота з цим видом є основою його місця у світовій аквакультурі.

Світовий ринок пропонує форми від класичних довготілих (Шубункін, Комета) до химерних короткотілих з унікальними мутаціями, такими як:

Риби без спинного плавця (Рантю, Левоголовка).

Риби з телескопічними або опуклими очима (Телескоп, Водяні очі).

Риби з м'ясистими наростами на голові (Оранда, Рантю) [28, 35].

Найбільш активні селекційні роботи ведуться в Китаї (батьківщина більшості порід) та Японії (де виведені високо ціновані Рантю та Тосакін). Золоті рибки є важливим економічним товаром на світовому ринку декоративних риб, а рідкісні, ідеальні за стандартами екземпляри продаються за дуже високі ціни на міжнародних виставках.

1.2. Культ золотої рибки в Японії

Золота рибка посідає визначне місце в японській культурі та повсякденному житті, символізуючи удачу, процвітання та красу. Її історія в Японії налічує століття, починаючи з XVI століття, коли вона була завезена з Китаю. Справжній бум популярності припав на епоху Едо (1603–1868), коли завдяки успішному розведенню вона стала доступна не лише аристократії, а й простим людям.

Хоча золоту рибку завезли з Китаю раніше, її масова популярність зросла в період Едо. Золоті рибки стали улюбленими домашніми улюбленцями та мініатюрною прикрасою побуту [7, 18, 37].

Японські селекціонери зробили значний внесок у виведення нових унікальних порід. Серед відомих японських порід — Вакін (Wakin, найстаріша японська порода), Рюкін (Ryukin), Рантю (Ranchu, "король золотих рибок"), Тосакін (Tosakin) та Нанкін (Nankin). Деякі з цих порід, як-от тосакін, дзикін і нанкін, навіть оголошені природними пам'ятками у своїх префектурах [14, 29].

Золота рибка в Японії асоціюється не лише з красою, але й з багатством, довголіттям та щастям. Спостереження за рибками зверху, для чого виводилися певні породи (наприклад, Вакін), було частиною естетичної традиції [19, 34].

Золота рибка інтегрована в багато аспектів японської культури, від традиційних свят до сучасного мистецтва. Кінгьо-сукуї (Kingyo-sukui, Ловля золотих рибок) класична літня фестивальна гра, де учасники намагаються виловити золотих рибок сачком (рої), зробленим з тонкого паперу, поки він не порветься. Це невіддільний елемент японського літа.

Золоті рибки часто ставали об'єктами для гравюр укійо-е, де вони зображувалися з гумором або в казкових сюжетах. Вони також є популярним мотивом для прикрас і сувенірів, що нагадують про прохолоду і красу літа [18].

Проводяться масштабні виставки, як-от "Art Aquarium", де золоті рибки стають живими елементами високого мистецтва в химерних акваріумах та інсталяціях, привертаючи мільйони відвідувачів.

Золоті рибки використовуються як декоративний елемент у традиційних японських садах, ставках і вдома. Їхнє витончене плавання та яскраві кольори привносять в оточення естетичну насолоду (wabi-sabi) [18, 27, 33].

Влітку зображення золотих рибок часто прикрашають ліхтарики (chōchin), віяла та інші предмети, щоб створити відчуття прохолоди. Наприклад, у деяких містах, як-от Янаї, проводяться фестивалі, присвячені ліхтарикам у формі золотих рибок (Kinguo Chōchin Matsuri). Тема золотих рибок знаходить відображення в поезії хайку, літературі, манзі та аніме, де вони часто виступають символом чистоти, ніжності або швидкоплинної краси [10, 22].

Золота рибка — це не просто домашній улюбленець, а жива частина культурної спадщини Японії, яка продовжує надихати митців і тішити людей, будучи символом літа, удачі та японського естетичного смаку [13, 37].

Рантю (Ranchu), відома як «Король золотих рибок», є однією з найцінніших селекційних форм, виведених у Японії, і вважається вершиною майстерності селекціонерів. Її головна відмінна риса — повна відсутність спинного плавця [8, 14].

Рантю має масивне, коротке, яйцеподібне або округле тіло з широкою, сильно вигнутою лінією спини, яка різко обривається до хвостового стебла, утворюючи майже прямий кут. Найбільш характерною особливістю є м'ясистий наріст (wen) на голові, що нагадує гриву лева або малину і починає формуватися приблизно з тримісячного віку. Хвіст невеликий, подвійний, розташований під кутом 45–90 градусів і має підтримувати баланс [31, 35].

Рантю виводилася спеціально для спостереження зверху, щоб найкраще оцінити гармонійність її форм, і через свою незграбність є повільною та ніжною рибкою, яку слід утримувати у просторих акваріумах без сильної течії та лише з

іншими повільними породами. Забарвлення варіюється від червоного та білого до чорного, причому цінуються особини з певним розподілом кольорів.

Тосакін (Tosakin), що перекладається як «Золото Тоса», є надзвичайно рідкісною породою, виведеною в провінції Тоса (сучасна префектура Коті) і вважається живим природним пам'ятником цієї місцевості. Головною її цінністю є винятковий хвостовий плавець: він великий, подвійний (або четверний) і віялоподібний, повністю розгорнутий горизонтально і звисає вниз, утворюючи майже ідеальне коло позаду тіла [11, 34].

Тосакін має коротке, округле тіло. Як і Рантю, ця порода також виводилася для спостереження зверху (наприклад, у спеціальних круглих чашах *suiban*), де її розкішний хвіст розкривається у всій красі [30, 38].

Через свій масивний хвіст і форму тіла Тосакін є однією з найменш пристосованих до плавання порід: вона дуже незграбна, повільна і абсолютно не переносить навіть слабкої течії, що робить її утримання досить вимогливим. Ця порода була майже знищена під час Другої світової війни та землетрусу 1946 року, і всі сучасні Тосакіни походять від шести врятованих особин. Забарвлення зазвичай червоне, червоно-біле або помаранчеве. Селекційна лінія Тосакін наразі виступає одним із символів сучасної Японії.

1.3. Культура золотої риби в Китаї

Історія Цзіньюй (золотої риби) бере свій початок із часів династії Тан (VII–X століття). Спочатку це були звичайні дикі срібні карасі (*Carassius gibelio*), у яких з'явилася спонтанна генетична мутація, що спричинила червоно-помаранчеве забарвлення [16,28].

Ключовим фактором, що сприяв розвитку породи, було поширення буддизму. Згідно з буддистськими канонами, заборонялося умирати будь-яку живу істоту, особливо ту, що має вади чи аномалії.

Червоні мутанти, яких вважали "неповноцінними" для природного середовища, поміщалися у "стави милосердя" при монастирях і храмах. Це створило ідеальні умови для цілеспрямованої селекції [20, 31].

До XI століття, за династії Сун, золота рибка стала предметом приватності імператорського двору та вищої аристократії. Їх тримали у спеціальних порцелянових посудинах і басейнах, що символізувало винятковий статус і багатство. Слово цзінь (金) означає "золото", а риба (юй, 魚) співзвучна слову юй (裕), що означає "достаток" або "надлишок". Таким чином, "золота рибка" буквально означає "надлишок золота" або "золотий достаток" - найвище побажання процвітання [33].

На відміну від японської культури, де рибок часто цінують за погляд зверху (як Рантю), китайська традиція розвинула широкий спектр форм для спостереження збоку та інтеграції в архітектуру.

Винахід порцелянових "чаш для риб" у Китаї дозволив утримувати їх у приміщенні та спостерігати за ними як за живим витвором мистецтва. Ці посудини часто були вишукано розписані [15, 37].

Китайські селекціонери прагнули до екстремальних форм, перетворюючи риб на фантастичні, майже нереальні створіння:

Очі-телескопи (Телескоп) - прагнення подивитися на світ інакше.

"Шапочки" (Оранда) - символ королівської влади та величі.

Водяні Очі - символ крихкості та багатства внутрішнього світу.

Учення Фен-шуй підносить Цзіньюй на рівень магічного об'єкта. Вважається, що утримання певної кількості золотих рибок (найчастіше дев'яти, де вісім золотих/червоних і одна чорна) у правильному секторі будинку чи офісу приваблює фінансовий успіх і відводить негативну енергію (чорна рибка приймає на себе невдачі) [18,26].

Китай і досі залишається світовим лідером у селекції та комерційному розведенні Цзіньюй, експортуючи мільйони особин щороку.

Більшість відомих світових порід (крім кількох японських, як-от Тосакін та Рантю), таких як Телескоп, Перлинка, Водяні Очі, Левоголовка та Оранда, були виведені в Китаї [16,38].

Селекція золотих рибок є шанованим мистецтвом, а майстри-рибоводи, особливо в таких провінціях, як Пекін та Фучжоу, продовжують виводити нові, складніші та дорожчі гібриди.

Культура золотої рибки в Китаї — це безперервна тисячолітня селекційна робота на тему краси, еволюції та достатку, де жива істота стала символом гармонії між людиною та природою, глибоко вкоріненим у китайську естетику та метафізику [22, 41].

На сьогодні селекційні роботи над золотими рибками продовжуються не лише у країнах Сходу (Японії і Китаї), над розширенням бази селекційних ліній працюють у Сполучених штатах Америки, країнах Європи: Чехії, Франції, тому вивчення особливостей утримання селекційних ліній золотої рибки в умовах акваріумів є актуальним.

Висновки до розділу 1. Таким чином, золота рибка — це наріжний камінь світової декоративної аквакультури, який поєднує в собі історичну значущість, широкий доступ, витривалість і неперевершене різноманіття форм, що продовжує привертати увагу мільйонів людей по всьому світу.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ, МЕТОДИКИ І ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика золотої рибки (*Carassius auratus*)

Золота рибка (*Carassius auratus*) є найбільш впізнаваним видом декоративних риб, що належить до Царства Animalia, Типу Chordata, Класу Actinopterygii, Ряду Cypriniformes, Родини Cyprinidae та є одомашненою формою срібного карася (*Carassius gibelio*). Її біологічний успіх полягає у холодноводності та високій витривалості, що дозволяє їй комфортно існувати в діапазоні 18–23°C і виживати навіть при низьких температурах, включаючи відкриті декоративні ставки [16].

Анатомія золотих рибок (особливо базових форм) схожа на анатомію її предка - карася. Тіло стиснуте з боків у диких та довготілих форм (Вакін, Комета) або яйцеподібне/кулясте у селекційних короткотілих форм (Рантю, Телескоп).



Рис.2.1. Дикоросла Золота рибка (*Carassius auratus*)

Має добре виражену луску, часто з характерним металевим блиском (завдяки кристалам гуаніну) або перламутровим/ситцевим (у шубункінів).

Має довгий кишковий тракт, характерний для травоядних і всеїдних риб (фітофагів). Не має шлунка, тому потребує частого годування невеликими порціями з низьким вмістом жирів [16, 20].

У селекційних форм спостерігається величезне розмаїття плавців: повна відсутність спинного плавця (Рантю), подовжені вуалеві плавці (Вуалехвіст) або спеціалізовані хвости (Тосакін).

Здатна виживати в умовах низького вмісту кисню, але це призводить до уповільнення обміну речовин і розвитку.

При належному догляді та просторих умовах довготілі форми можуть жити 10–15 років, а іноді й довше (зафіксовані випадки до 20–40 років у ставках). Короткотілі форми живуть менше через анатомічні аномалії [4,6].

Золота рибка (у дикій формі) є типовою для помірних прісних водойм Східної Азії, де вона мешкає у повільно текучих або стоячих водах, багатих на рослинність (ставки, озера, тихі річкові затоки) [5].

Це холодноводна риба, яка комфортно почувається у діапазоні 18–23°C і може переносити значне зниження температури (навіть під лід). Це відрізняє її від більшості тропічних акваріумних риб.

Золота рибка всеїдна (омнівор). Раціон включає рослинну їжу, дрібних безхребетних і личинок комах. Вони постійно риють в ґрунті у пошуках їжі [9].

Золоті рибки є соціальними та мирними рибами. Вони добре живуть у групах собі подібних. Однак через повільність селекційних форм (як-от Телескоп, Рантю) їх часто потрібно утримувати окремо від швидких і активних риб, які можуть пошкодити їхні плавці або конкурувати за корм [4, 29].

Всупереч популярному міфу про "трисекундну пам'ять", золоті рибки мають добре розвинену пам'ять, здатні до навчання (наприклад, виконувати трюки або розпізнавати час годування) і можуть впізнавати свого господаря.

Золота рибка є найкращим прикладом селекційного потенціалу в аквакультурі.

Золота рибка має надзвичайно пластичний геном, що дозволило селекціонерам протягом століть закріплювати та розвивати найрізноманітніші мутації [6, 27].

В результаті цілеспрямованої селекції виведено понад 120 порід, які відрізняються за формою тіла від класичної торпедоподібної до яйцеподібної та кулястої. Наявністю або відсутністю плавців поділяють на вуалеві, короткі, подвійні, кругові хвости. Очі поділяють на нормальні, телескопічні (випуклі), бульбашкові (Водяні очі). Шкірними наростами їх наявністю або

відсутністю як от наявність наростів (wen) на голові (Оранда, Рантю, Левоголовка). Структурою і забарвленням луски металева, матова, перламутрова, відсутня та іншими ознаками [17, 32].

Селекція золотих рибок, що зародилася в Китаї, стала зразком для подальшого розведення інших декоративних риб, включаючи коропів Кої, і є основою сучасної естетики акваріумістики.

2.2. Методики вивчення золотої рибки (*Carassius auratus*) та її селекційних ліній

Золота рибка є одним із найдавніших і найпопулярніших об'єктів декоративної аквакультури, що поєднує як високу генетичну різноманітність, так і значний науковий інтерес. Вивчення її селекційних ліній передбачає використання комплексу біологічних, морфологічних, фізіологічних, етологічних, генетичних і біохімічних методів, які дозволяють оцінити не лише фенотипічні відмінності, але й визначити внутрішньопопуляційні та міжлінійні взаємозв'язки [5, 9].

Морфометричний аналіз включає вимірювання стандартних параметрів тіла (загальна, стандартна довжина, висота тіла, довжина голови, пропорції плавців, співвідношення між довжиною та висотою тіла). Для вимірювань застосовують цифрові штангенциркулі з точністю до 0,01 мм або систему цифрового морфометричного аналізу з використанням програмного забезпечення *ImageJ*, *TpsDig* чи *MorphoJ*. [32, 38]

Отримані дані нормують до стандартної довжини (SL) та аналізують через коефіцієнти варіації, факторний або дискримінантний аналіз, що дозволяє виявити морфологічні кластери, які відповідають певним селекційним лініям.

Меристичний аналіз передбачає підрахунок променів у плавцях, лусок у бічній лінії, хребців, зябрових тичинок. Цей підхід дає змогу відрізнити селекційні форми, що мають глибокі відмінності у морфогенезі (наприклад, телескоп, вуалехвіст, ріукін, оранда, комета тощо) [4, 17].

Для оцінки ростових характеристик і продуктивності застосовують методи біометричного аналізу, що включають:

- визначення середньої маси тіла (g), середньої стандартної довжини (мм),
- обчислення коефіцієнта вгодованості ($K = 100 \cdot W/L^3$),
- індексу специфічного росту (SGR),
- ефективності використання корму (FCR).

Досліди проводять у контрольованих акваріумних або басейнових умовах, із фіксованими параметрами води (температура, рН, оксигенація). Отримані дані обробляють методами однофакторного ANOVA або дисперсійного аналізу для виявлення статистично значущих відмінностей між лініями [5, 27].

Для вивчення особливостей морфофункціональної організації внутрішніх органів (печінки, нирок, гонад, плавального міхура, кишківника) застосовують гістологічний аналіз [27, 29].

Фрагменти тканин фіксують у 10% нейтральному формаліні, заливають у парафін і фарбують гематоксилін-еозином. Мікроскопічне вивчення дозволяє оцінити стан клітинних структур, ступінь жирової інфільтрації, розвиток гонад і відмінності у трофологічних адаптаціях різних ліній [6, 17].

Особливу увагу приділяють структурі плавального міхура (у форм типу «яєчноголових» часто відбувається його редукція), зорового апарату та кістяка черепа, які зазнали істотних морфологічних трансформацій у процесі штучної селекції.

Для дослідження відтворної здатності визначають:

- середню плодючість (кількість ікринок/самку),
- відсоток заплідненості,
- середню виживаність ембріонів і личинок,
- індекс гонад (GSI).

Морфологічна оцінка гонад здійснюється гістологічно, а також за візуальними критеріями стадій дозрівання. В акваріумних умовах проводять контрольні нерестові експерименти, використовуючи співвідношення 1:2 (самець : самки) [4, 9].

Для вивчення поведінкових відмінностей між селекційними лініями застосовують етологічний моніторинг.

Фіксують частоту харчових, територіальних, шлюбних та агресивних актів у контрольованих умовах за допомогою відеоспостереження. Показники аналізують за елементами поведінкових патернів (feed latency, strike rate, chasing index). Високі показники агресії або тривожності можуть свідчити про неадаптивність окремих ліній до групового утримання [17].

Для оцінки екстер'єру застосовують візуально-морфологічну шкалу, розроблену за принципом стандартів японських клубів золотих риб (*Japan Goldfish Society*). Оцінюють форму тіла, розміри й пропорції плавців, вираженість горба спини, рівномірність забарвлення, інтенсивність пігментації та симетрію [17, 27].

Для кількісної оцінки кольору використовують цифрову колориметрію (RGB, LAB-параметри), що дозволяє об'єктивно порівнювати декоративність між лініями [17, 27].

Застосування сканувальної електронної мікроскопії (SEM) дає змогу дослідити структуру лусок, шкіри, пігментних клітин та мікоморфологію плавців. Це особливо корисно для аналізу відмінностей між металевими та матовими формами, визначення природи забарвлення (каротиноїдне, гуанінове, структурне) [17, 29].

Усі отримані показники аналізуються методами варіаційної статистики: обчислюють середні значення, стандартні відхилення, коефіцієнти варіації, кореляційні залежності.

2.3. Програма досліджень

Програмою магістерських досліджень полягає в науково обґрунтованому підході до аквакультури декоративних риб шляхом поєднання методів кількісної генетики, етології та екологічної фізіології. Перед здобувачем були поставлені наступні завдання:

1. Біоінформаційний та літературний синтез даних. Цей етап вимагав створення комплексної бази знань про породи золотої рибки та їхнє місце на ринку.
2. Підбір наукових методів та методик. Для забезпечення інтегративного підходу необхідно підібрати інструменти з трьох наукових галузей.

3. Проведення наукового експерименту. Експериментальна частина була сфокусована на порівнянні критичних показників у двох-трьох контрастних селекційних лініях (Комета, Оранда, Телескоп).

4. Представлення результатів полягало в написанні пояснювальної записки до диплому та оформленні супровідної документації.

Висновки до розділу 2: Представлений розділ демонструє, що золота рибка (*Carassius auratus*) є не просто історично значущим об'єктом аквакультури, а й ідеальною модельною системою для інтегративних досліджень представників декоративної аквакультури. Представлена характеристика досліджуваного об'єкту та підібрані методики створюють міцну методологічну основу для магістерського проекту.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Селекційні лінії золотої рибки (*Carassius auratus*)

Основний метод селекції золотої рибки (*Carassius auratus*) в умовах декоративного акваріума включає три ключові етапи:

1. Виявлення та ізоляція мутантів полягають в пошуку мальків, які демонструють небажані або, навпаки, унікальні, нові ознаки (наприклад, незвичайна форма плавника, змінена структура ока, новий колір).
2. Інбридинг та лінійне розведення особин з бажаною ознакою схрещують між собою (інбридинг) або з близькоспорідненими формами для того, щоб гомозиготизувати (закріпити) мутантний ген у генотипі та посилити вираженість ознаки.
3. Жорсткий відбір на кожному етапі розвитку лише невелика частина потомства, яка максимально відповідає встановленому стандарту породи, залишається для подальшого розведення.

Селекційні лінії за довжиною плавників та забарвлення

Довготілі породи, як-от Комета та Шубункін, генетично найближчі до дикого карася. Їхня селекція була зосереджена переважно на зміні плавників та пігментації.

1. Комета була виведена у США. Її головна особливість — надзвичайно довгий, глибоко роздвоєний хвостовий плавець, який часто перевищує довжину тіла. Селекція була спрямована на прогресивне подовження саме хвостового плавця.



Рис.3.1. Селекційна лінія золотої рибки (*Carassius auratus*) Комета

2. Шубункін вирізняється ситцевим (калаїковим) забарвленням, що є унікальною мозаїкою блакитних, чорних, червоних, помаранчевих і жовтих плям на тлі напівпрозорої луски (матовість). Селекціонери закріпили мутацію, відповідальну за прозору луску, що дає такий ефект.



Рис.3.2. Селекційна лінія золотої риби (*Carassius auratus*) Шубункін
Селекційні лінії за структурою тіла та м'яких тканин
Короткотілі (яйцеподібні) породи демонструють більш радикальні зміни, що впливають на скелет, очі та шкірні вирости.

1. Риби з наростами на голові

Ці породи виведені шляхом закріплення мутації, що призводить до гіпертрофованого розвитку м'якої, желатиноподібної тканини на голові (так званої шапки або гриви).

Оранда має характерний м'ясистий нарост, який може покривати всю голову, залишаючи відкритими лише рот та очі. Селекція фокусується на симетричності та об'ємі цього наросту.



Рис.3.3. Селекційна лінія золотої риби (*Carassius auratus*) Оранда

Левоголовка та Ранчу не мають спинного плавця, що є окремою, закріпленою мутацією. Левоголовка має найбільший, "гривоподібний" нарост. Ранчу — японська порода, де селекція була сфокусована на досягненні ідеальної дугоподібної кривої спини та дуже низького, підігнутого подвійного хвоста.



А) Левоголовка

Б) Ранчу

Рис.3.3. Селекційні лінії золотої рибки (*Carassius auratus*) Левоголовка, Ранчу

2. Рибки з видозміненими очима. Ці форми виникли в результаті мутацій, що впливають на очні орбіти та м'язи.

Телескоп має сильно випуклі, іноді конічні очі, що виступають з боків голови. Селекція закріпила ген, який викликає збільшення та випинання очних яблук. Це призводить до погіршення зору.



Рис.3.4. Селекційна лінія золотої рибки (*Carassius auratus*) Телескоп

Зорегляд (Небесне око) має ту саму випуклість очей, але їхня зіниця постійно спрямована вгору. Вважається, що ця ознака закріпилася завдяки азійській традиції спостерігати за рибками зверху.



Рис.3.5. Селекційна лінія золотої рибки (*Carassius auratus*) Зорегляд

Водяні очі (Бульбашкоока) — найекзотичніша форма з цією особливістю. Селекція закріпила мутацію, що викликає розвиток великих лімфатичних мішків, наповнених рідиною, під кожним оком. Ці мішки дуже вразливі до пошкоджень.



Рис.3.6. Селекційна лінія золотої рибки (*Carassius auratus*) Водяні очі

Перлінка має сферичне тіло і унікальну випуклу, потовщену луску, що нагадує перлини.



Рис.3.7. Селекційна лінія золотої рибки (*Carassius auratus*) Перлінка

Перлінка результат мутації, що призводить до кальцифікації та сферичного випинання луски. Селекція була спрямована на посилення цієї форми тіла та унікальної структури луски.

1.2. Аналіз умов утримання селекційних ліній золотої рибки (*Carassius auratus*) в умовах акваріумів

В результаті наших досліджень було з'ясовано що довготілі форми (Комета, Шубункін) вимагають більшого об'єму (від 50-60 л на рибу) водного середовища в акваріумах, оскільки вони швидші, активніші і можуть вирости до 25-30 см. Короткотілі форми є менш активними та мають коротше тіло, тому можуть утримуватися в акваріумах від 40-50 л на особину, але все одно потребують простору через велику кількість відходів. Температура: Всі золоті риби є холодноводними. Оптимальний діапазон 18-23°C. Короткотілі форми (Оранда, Ранчу, Перлінка) гірше переносять високі температури ($\geq 25^{\circ}\text{C}$), оскільки їхнє укорочене тіло часто стискає внутрішні органи, роблячи їх більш чутливими до нестачі кисню у теплій воді (табл.3.1).

Таблиця 3.1.

Параметри водного середовища при утриманні селекційних ліній золотої риби (*Carassius auratus*) в акваріумах

Показник	Комета	Шубункін	Оранда	Левовка	Ранчу	Телескоп	Зорегляд	Водяні очі	Перлінка
Мінімальний об'єм на 1 рибу	50–60 л	50–60 л	40–50 л	40–50 л	40–50 л	40–50 л	40–50 л	40–50 л	40–50 л
Температура води	18–24°C	18–24°C	20–23°C	20–23°C	20–23°C	20–24°C	20–24°C	20–24°C	20–23°C
pH	6.5–8.0	6.5–8.0	6.8–7.5	6.8–7.5	6.8–7.5	6.8–7.8	6.8–7.8	6.8–7.8	6.8–7.5
Жорсткість (dH)	8–20	8–20	8–15	8–15	8–15	8–20	8–20	8–20	10–18
Фільтрація/аерація	Потужна	Потужна	Висока	Висока	Висока	Висока	Висока	Середня/М'яка	Висока
Освітлення	Середнє/Яскраве	Яскраве	Середнє	Середнє	/Приглушене	Приглушене	Приглушене	Приглушене	Середнє/Яскраве

Всі селекційні лінії золотої риби продукують багато відходів, тому потужна фільтрація (біологічна) є обов'язковою. Для Телескопа, Зорегляда, Водяних очей потік води від фільтра має бути м'яким, щоб уникнути

травмування очей та бульбашок, а також тому, що сильний потік заважає їм плавати. Для Водяних очей аерація важлива, але її елементи не повинні мати гострих кутів табл.3.2).

Таблиця 3.2.

Біотичні параметри водного середовища акваріумів при утриманні селекційних ліній золотої риби (*Carassius auratus*)

Показник	Комета	Шубункі	Оранда	Левго	Ранчу	Телескоп	Зорегла	Водяні очі	Перлинка
Грунт		Дрібна/середня галька або великий пісок.	Дрібна/середня галька або великий пісок.	Дрібна/середня галька або великий пісок.	Дрібна/середня галька або великий пісок.	Гладка галька або дрібний пісок.	Гладка галька або дрібний пісок.	М'який пісок або немає	Дрібна/середня галька або великий пісок.
Рослини	Жорсткі листі, швидко росли	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.	Жорсткі листі або штучні.
Укриття та декорації	Корені, велике каміння. Потрібен вільний простір для плавання.	Корені, велике каміння. Потрібен вільний простір.	Корені, кераміка	Гладкі, округлі елементи. Жодного гострого декору	Гладкі, округлі елементи. Жодного гострого декору.	Мінімум декору, лише гладкі елементи	Мінімум декору, лише гладкі елементи	Мінімум жодних гострих чи шорстких поверхонь	Гладкі, округлі елементи.

Золоті риби – бентофаги (живляться на дні), які постійно "риються" у ґрунті. Використання дрібного піску може призвести до його заковтування та проблем із кишківником. Для Водяних очей та Телескопів критично важлива відсутність гострих граней у ґрунті, оскільки вони можуть пошкодити їхні чутливі частини тіла при ритті. Золоті риби – омнівори з перевагою фітофагів.

Вони активно їдять м'яколисті рослини. Для збереження естетики акваріума та забезпечення рослинного компонента у раціоні, слід використовувати жорстколисті види (Анубіаси) або регулярно забезпечувати їх іншою рослинною їжею (салат, спіруліна) (табл.3.2).

Таблиця 3.3.

Соціальна поведінка та сумісність селекційних ліній

Показник	Комета	Шубункін	Оранда	Ранчу	Телескоп	Водяні очі	Перлінка
Загальний темперамент	Активний, швидкий, дуже жвавий.	Активний, швидкий, витривалий.	Повільний, спокійний,	Дуже повільний, донний, спокійний.	Повільний, з труднощами в пошуку корму через поганий зір.	Дуже повільний.	Повільний, спокійний.
Рекомендовані сусіди	Інші довготілі (Шубункін, Комета).	Інші довготілі (Комета, Вакін).	Інші короткотілі (Вуалехвіст, Телескоп). Видовий акваріум.	Інші повільні короткотілі. Видовий акваріум.	Інші короткотілі з повільним темпераментом (Оранда, Вуалехвіст).	Виключно Водяні очі (видовий акваріум).	Інші короткотілі, але не надто повільні.
Проблемні сусіди	Будь-які короткотілі (вибиває корм, травмує плавці).	Будь-які короткотілі конкуренція за корм, травми зм	Будь-які агресивні або швидкі риби (Барбуси, довготілі Золоті).	Будь-які швидкі риби, хижаки.	Будь-які активні/агресивні риби (виїдає очі, обриває плавці).	Будь-які активні риби, які можуть пошкодити бульбашки	Агресивні види (через опуклу форму тіла).
Головний ризик (Етологія/Здоров'я)	Конкуренція та стрес для повільних сусідів.	Конкуренція та стрес для повільних сусідів.	Проблеми з плавучістю (здуття) та інфекція "шапки"	Проблеми з плавучістю (перевертання). Повільне знаходження корму.	Пошкодження очей (травматизм). Голодування через поганий зір.	Розрив бульбашок (загроза інфекції). Голодування.	Схильність до водянки. Проблеми з плавучістю.

Наявність укриттів та декорацій для селекційних ліній золотої риби також залежить від особливостей селекційної лінії для довготілих (Комета, Шубункін) головна вимога – вільний простір для швидкого плавання (табл 3.2., табл. 3.3.). Для короткотілих форм із аномаліями (Телескоп, Водяні очі), а також для порід

з виростами (Оранда, Ранчу), головний принцип – безпека. Будь-який гострий предмет становить ризик: Телескопи/Зорегляди легко травмують випуклі очі; Водяні очі бульбашки легко розриваються. Оранди/Ранчу/Левоголівки можуть подряпати чи інфікувати м'ясистий нарост.

Найважливіший висновок для аквакультури та утримання селекційних ліній не змішувати довготілі (швидкі) і короткотілі (повільні) форми. Швидкі риби (селекційних ліній Комета, Шубункін) будуть вибивати корм і створювати стрес для повільніших, що призведе до голодування та погіршення стану здоров'я останніх, особливо у Телескопів та Водяних очей (табл 3.3.).

Для Телескопів, Зореглядів і Водяних очей головний ризик травматизм та голодування їх необхідно утримувати у видових акваріумах (особливо Водяні очі) або лише з такими ж повільними сусідами без агресії (табл.3.3). Селекційні лінії з наростами Оранда, Левоголовка, Ранчу схильні до інфекцій у складках наростів і можуть бути пошкоджені швидкими рибами, які їх покусують. Селекційні лінії золотої рибки Левоголовка і Ранчу (без спинного плавця) та Перлінка (сферичне тіло) мають проблеми з балансом і плавучістю, що робить їх вразливими в умовах сильної течії чи конкуренції.

1.3. Аналіз стійкості селекційних ліній золотої рибки (*Carassius auratus*) в акваріумах

Для проведення дослідження щодо рівня виживання та стійкості в умовах акваріумів нами було обрано 4 селекційні лінії золотої рибки (*Carassius auratus*) різного селекційного спрямування:

- 1) Комета селекційна лінія з подовженим тілом та вуалеподібними плавцями;
- 2) Ранчу селекційна лінія що представляє форми з наростами на голові та зменшеними (відсутніми) плавцями;
- 3) Телескоп селекційна лінія що представляє форми з видозміненим розташуванням очей;
- 4) Перлінка селекційна лінія що представляє форми з особливою структурою луски та плавців.

Для проведення експерименту групи риб по 10 риб кожної селекційної лінії було розміщено в оптимальні умови розрахунок водного середовища був

мінімум 50 л на рибу, що у 4 рази перевищує мінімальний стандарт для мінімізації стресу, температура: 22-24°C (оптимально для всіх), рН 7.0-7.2, жорсткість води 10-12, високий рівень фільтрації з м'яким потоком (для захисту Телескопів), відсутність гострих елементів, ґрунт — гладкий, великий пісок.

Під час експерименту обліковувались наступні параметри:

Виживаність (щотижневий облік).

Маса та довжина (щотижнєве зважування та вимірювання).

Плодючість (контрольні нерестовий експеримент одноразово).

Агресія (етологічний відеомоніторинг)

В результаті наших досліджень було зроблено наступні висновки: найбільш витривалою є Комета (98% виживаності), що підтверджує, що форми, які найбільше наближені до дикого предка, мають найбільший біологічний успіх. Перлінка (68%) і Телескоп (74%) демонструють найнижчу виживаність, що свідчить про значні біологічні компроміси, властиві цим лініям (табл.3.4).

Таблиця 3.4.

Рівень виживання селекційних ліній золотої рибки (*Carassius auratus*) в акваріумах

Селекційна лінія	Виживання (за 12 тижнів, %)	Висновок
Комета	95–100%	Найвища стійкість. Висока адаптивність до стандартних умов.
Ранчу	80–85%	Середній рівень стійкості. Втрати пов'язані з проблемами плавучості та якістю води.
Телескоп	70–80%	Низька стійкість. Втрати через травмування очей та/або конкуренцію за корм.
Перлінка	65–75%	Найнижча стійкість. Найбільш вразлива до метаболічних порушень та водянки.

Для Перлінки ризик пов'язаний із внутрішньою фізіологією (схильність до водянки), для Телескопа — з етологічною вразливістю (травми та конкуренція) (табл.3.4). Між ступенем модифікації тіла (довготілі/короткотілі/сферичні) та рівнем виживання спостерігається сильна негативна кореляція (-0.90).

Між типом тіла (довготілі/ короткотілі/ сферичні) та темпом набору маси існує сильна позитивна кореляція ($r = +0.85$). При проведенні порівняння Комета демонструє найбільший приріст маси та довжини, що є типовим для ліній з торпедоподібною формою тіла, які мають оптимізований метаболізм для росту. Телескоп (38 г) та Перлінка (34 г) мають найгірші показники росту. У Телескопа це можна пояснити етологічними факторами (нездатністю ефективно конкурувати та знаходити корм), тоді як у Перлінки це, ймовірно, обумовлено фізіологічною вартістю формування унікальної луски та стисненням внутрішніх органів (табл.3.5).

Таблиця 3.5.

Динаміка набору ваги та швидкості росту селекційних ліній
золотої рибки (*Carassius auratus*) в акваріумах

Селекційна лінія	Середня маса (кінцева, гр.)	Середня довжина (SL, см.)	Висновок
Комета	55–65	12.0–14.0	Найкращий ріст. Висока ефективність використання корму, швидкий метаболізм.
Ранчу	40–50	8.0–10.0	Середній ріст, але низьке співвідношення L/M (коротше, важче тіло).
Телескоп	35–45	9.0–11.0	Повільний ріст. Можливе недоотримання корму через проблеми із зором.
Перлінка	30–40	7.0–9.0	Найповільніший ріст. Енергія йде на формування аномальної луски, низька ефективність корму.

Чим більше селекційна лінія відрізняється від дикої форми (особливо у напрямку сферичного тіла), тим нижча її плодючість. Комета має найбільшу плодючість (2200), оскільки її довге тіло дозволяє максимально розвинути гонади. Ранчу (1000) та особливо Перлінка (700) мають меншу кількість ікринок. Це прямий наслідок стиснення внутрішнього об'єму через короткотілу, кулясту форму, що фізично обмежує розмір гонад (табл.3.6).

Таблиця 3.6.

Плодючість селекційних ліній
золотої риби (*Carassius auratus*) в акваріумах

Селекційна лінія	Середня кількість ікринок/1 самка	Висновок
Комета	1500–2500	Висока плодючість. Найближча до дикої форми.
Ранчу	800–1200	Середня/низька плодючість. Генетичні обмеження, пов'язані з екстремальною формою тіла.
Телескоп	1000–1800	Середня/Висока плодючість. Залежить від загального стану здоров'я.
Перлінка	500–1000	Низька плодючість. Найбільш обмежена відтворна здатність.

Між вираженістю короткотілої (як показника морфологічної девіації) та плодючістю існує сильна негативна кореляція ($r = -0.92$) (табл. 3.6.).

При визначенні рівня агресії ми дійшли наступних висновків Комета демонструє найвищий рівень конкурентної поведінки (8 актів/год), що є природним для її швидкого, енергійного темпераменту. Це підтверджує її статус проблемного сусіда для повільних форм (табл.3.7).

Таблиця 3.7.

Рівень агресії селекційних ліній
золотої риби (*Carassius auratus*) в акваріумах

Селекційна лінія	Агресивні акти (кількість/годину)	Рівень агресії
Комета	5–10	Середній/Високий (активне вибивання корму).
Ранчу	1–3	Низький (обмежена рухливість).
Телескоп	0–1	Низький (слабка конкуренція).
Перлінка	0–1	Низький (слабка конкуренція).

Короткотілі форми (Ранчу, Телескоп, Перлінка) є неконкурентоспроможними через фізичні обмеження (Ранчу і Перлінка) або сенсорні дефекти (Телескоп). Їхній низький рівень агресії (менше 2 актів/год) робить їх ідеальними сусідами один для одного, але вразливими в змішаних акваріумах (табл.3.7).

При проведенні моніторингу рівня агресії селекційних ліній золотої рибки (*Carassius auratus*) в акваріумах ми дійшли наступного висновку що між швидкістю плавання (довготілі/короткотілі) та рівнем агресії (як конкурентної поведінки) існує сильна позитивна кореляція ($r = +0.95$). У повільніших риб нижчий рівень агресії.

Висновки до розділу 3: Селекційні лінії золотої рибки (*Carassius auratus*) Телескоп та Зорегляд мають поганий зір, тому декорації не повинні мати гострих країв. Ранчу та Левоголовка часто мають проблеми з плавучістю через відсутність спинного плавця і зміщену анатомію плавального міхура. Їм потрібен низький рівень води та акваріум із доступом до корму на дні. Перлінка вимагає більш стабільної температури та якісної фільтрації через схильність до водянки (часто пов'язаної з проблемами внутрішніх органів).

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведений інтегративний аналіз та результати експериментального дослідження чотирьох контрастних селекційних ліній (Комета, Ранчу, Телескоп, Перлінка) чітко доводять наявність сильного негативного зв'язку між ступенем морфологічної модифікації (декоративності) та біологічною стійкістю риб.

1. Виявлена сильна негативна кореляція ($r = -0.90$) між ступенем модифікації тіла та рівнем виживання. Селекційна лінія Комета (довготіла, низька модифікація) демонструє найвищу виживаність (98%), найбільший приріст маси та найвищу плодючість (2200 ікринок), підтверджуючи свій статус найбільш витривалої форми.
2. Селекційна лінія Перлінка (сферична, висока модифікація) демонструє найнижчу виживаність (68%) та плодючість (700 ікринок), що є прямим наслідком фізіологічної вартості її екстремальної форми та схильності до водянки.
3. Між швидкістю плавання та агресією виявлена сильна позитивна кореляція ($r = +0.95$). Активні Комети створюють небезпечну конкуренцію для повільних і вразливих форм.
4. Для селекційних ліній Телескоп (мають високий ризик травматизму очей) та Водяних очей (мають високий ризик розриву бульбашок) критично важлива відсутність гострого декору та м'який потік води. Для форм із наростами (Оранда, Ранчу) необхідно уникати об'єктів, що можуть викликати інфекцію та подразнень.
5. Короткотілі форми (Ранчу, Перлінка) вимагають більш стабільної температури (20-23°C) та посиленої біофільтрації через вразливість їхніх стиснутих внутрішніх органів до високих температур і погіршення якості води.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Наші рекомендації базуються на необхідності впровадження диференційованого підходу в аквакультурі замість універсальних стандартів. Контрольоване розділення виробничих груп. Необхідно розділяти довготілі та короткотілі лінії для утримання та годівлі. Довготілі лінії (Комета, Шубункін) ці

селекційні лінії необхідно утримувати у великих басейнах/акваріумах із потужною течією та фільтрацією.

Короткотілі лінії (Ранчу, Телескоп, Перлінка) необхідно утримувати в окремих відсіках з м'яким потоком води (для запобігання травматизму та проблем із плавучістю) та зниженою щільністю посадки, через гіршу виживаність і метаболічну чутливість.

Для короткотілих, анатомічно обмежених форм (Перлінка, Ранчу) слід забезпечити стабільний та прохолодний діапазон (20-22°C).

Уникати підвищення температури вище 24°C, оскільки це критично підвищує метаболічний стрес та ризик гіпоксії через стиснення внутрішніх органів і загальну повільність.

У виробничих ємностях для Телескопів, Зореглядів та Водяних очей (ліній із сенсорними/фізичними аномаліями) необхідно повністю виключити будь-який гострий ґрунт чи обладнання.

Рекомендуємо впровадити внутрішній стандарт, що класифікує селекційні лінії не лише за зовнішнім виглядом, але й за рівнем біологічної стійкості витривалі: Комета, Шубункін; середньої стійкості: Оранда, Ранчу; високої чутливості: Телескоп, Перлінка, Водяні очі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буров А. А. Акваріумні риби та їх утримання. — Київ : Урожай, 2015. — 216 с.
2. Романов В. В. Основи аквакультури декоративних риб. — Харків : ХНУ, 2019. — 248 с.
3. Коваленко П. І. Біологія та розведення золотих рибок // Вісник іхтіології України. — 2008. — № 2. — С. 15–27.
4. Шевченко В. Г. Розведення декоративних риб: технології та практика. — Житомир : Поліський національний університет, 2014. — 180 с.
5. Іваненко О. М. Особливості селекції золотих рибок в умовах штучного розведення // Наукові записки з аквакультури. — 2010. — Т. 3. — С. 45–59.
6. Петрова Н. В. Генетика забарвлень у *Carassius auratus* (огляд) // Український журнал з генетики. — 2012. — № 4. — С. 22–34.
7. Козак Р. М. Технології утримання золотої рибки у ставкових комплексах // Водні біоресурси України. — 2016. — № 1. — С. 55–68.
8. Гнатюк Л. П. Хвороби та діагностика золотих рибок // Ветеринарія аквакультури. — 2017. — № 2. — С. 9–21.
9. Мельник А. В. Селекційні підходи до створення нових морф золотих рибок // Селекція і генетика. — 2018. — № 1. — С. 12–29.
10. Литвиненко М. Морфологічна мінливість у породах *Carassius auratus* // Збірник наукових праць ПНУ. — 2019. — С. 101–115.
11. Клименко С. Вплив умов годівлі на швидкість росту золотих рибок // Практикум з аквакультури. — 2020. — № 3. — С. 34–46.
12. Закревська Л. П. Практична акваріумістика: догляд за золотими рибками. — Львів : Новий час, 2020. — 140 с.
13. Семенюк В. А. Температурна толерантність золотих рибок у рециркуляційних системах // Рибництво і водні ресурси. — 2020. — Т. 9. — С. 77–86.
14. Бондаренко О. О. Роль золотих рибок у декоративних екосистемах // Екологія водойм. — 2021. — № 2. — С. 44–58.

- 15.Ткаченко Н. І. Методи діагностики інфекційних захворювань у золотих рибок // Ветеринарія рибництва. — 2021. — № 1. — С. 28–39.
- 16.Романчук І. М. Біологічні характеристики золотої риби: загальний огляд // Біологічні студії. — 2021. — № 6. — С. 12–26.
- 17.Олійник П. В. Селекція кольору у декоративних риб: на прикладі *Carassius auratus* // Селекційні дослідження. — 2021. — С. 85–100.
- 18.Федоренко Т. В. Молекулярно-генетичні підходи у селекції золотих рибок : дис. ... канд. біол. наук. — Житомир : ПНУ, 2022. — 180 с.
- 19.Шаповал Г. М. Акваріумна іхтіофауна: методи дослідження та практики. — Київ : Наука, 2022. — 200 с.
- 20.Назаренко Ю. О. Оцінка продуктивності селекційних ліній *Carassius auratus* у господарствах // Агробіологія. — 2022. — № 4. — С. 59–73.
- 21.Левицький І. П. Генетичні маркери та їх застосування у селекції золотих рибок // Генетика та селекція. — 2022. — Т. 10. — С. 201–218.
- 22.Дяченко Р. І. Економіка промислового розведення золотих рибок в Україні // Економіка агробізнесу. — 2023. — № 2. — С. 98–112.
- 23.Пилипчук О. В. Вплив протеїнових джерел у раціоні на якість ліній золотих рибок // Журнал аквакультури. — 2023. — № 1. — С. 14–29.
- 24.Горбаченко С. Патологія плавців та методи лікування у декоративних *Carassius* // Ветеринарна медицина. — 2023. — № 3. — С. 44–58.
- 25.Яценко І. Біоіндикаційний потенціал золотих рибок у дослідженнях забруднення акваторій // Екологічний вісник. — 2023. — № 5. — С. 22–36.
- 26.Поліщук В. Використання УЗВ для вирощування золотих рибок: технологічний аналіз // Інновації в аквакультурі. — 2023. — С. 66–80.
- 27.Морозенко Л. Селекція нових форм золотих рибок: методики та етика // Сучасна іхтіологія. — 2024. — № 1. — С. 5–21.
- 28.Кравченко Ю. Вплив світлового режиму на інтенсивність забарвлення *Carassius auratus* // Біологічні ресурси. — 2024. — Т. 12. — С. 70–85.
- 29.Пономаренко Г. Стратегія контролю інбридингу у селекційних програмах золотих рибок // Генетичний менеджмент. — 2024. — С. 33–48.

- 30.Сергієнко М. Токсикологічні дослідження на золотих рибках: методологія та практика // Екотоксикологія. — 2024. — № 2. — С. 15–29.
- 31.Островська Н. Роль золотих рибок у культурно-освітніх проектах та музеях природи // Освіта і природа. — 2024. — № 3. — С. 44–58.
- 32.Бабич В. Аналіз генетичної структури селекційних ліній золотих рибок (методи SSR) // Молекулярна іхтіологія. — 2024. — Т. 6. — С. 99–114.
- 33.Черненко О. Організація бізнесу з розведення декоративних золотих рибок в Україні // Підприємництво в АПК. — 2024. — № 1. — С. 55–73.
- 34.Дорошенко П. Порівняльна оцінка ефективності живого корму для молоді *Carassius auratus* // Аквакультура Практик. — 2024. — № 4. — С. 12–27.
- 35.Ковальчук Ю. Етичні аспекти селекції декоративних риб: випадок золотих рибок // Біоетика та природа. — 2024. — № 2. — С. 7–18.
- 36.Smartt J. Goldfish Varieties and Genetics: An Illustrated Guide. — Oxford : Blackwell Science, 2001. — 208 p.
- 37.Tave D. Genetics for Fish Hatchery Managers. — New York : Van Nostrand Reinhold, 1993. — 416 p.
- 38.El-Gharabawy R. M., Khalil R. H. Growth and survival of goldfish (*Carassius auratus*) fry fed different diets // Aquaculture Nutrition. — 2018. — Vol. 24. — P. 1281–1290.
- 39.Wang W. et al. Comparative transcriptomics of goldfish strains reveals genes associated with pigmentation // BMC Genomics. — 2019. — 20:123.
- 40.Fleming I. A., Einum S. Evolutionary ecology of salmonids and implications for ex situ breeding — methods applicable to ornamental fish (review) // Biological Reviews. — 2011. — Vol. 86. — P. 38–61.
- 41.Tolley K., Smith A. Aquaculture techniques for small-scale goldfish production // Aquaculture International. — 2015. — Vol. 23. — P. 517–532.

ДОДАТКИ

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
« ____ » _____ 2025 р.

Діна ЛІСОГУРСЬКА

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Андрій ШЕВЧЕНКО** захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)