

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЗАДОРОЖНЬОГО МАКСИМА ВОЛОДИМИРОВИЧА

УДК: 639.3:639.21:597.551.412(477.41/.42)

ДИСЕРТАЦІЯ

**«ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ АФРИКАНСЬКОГО
КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) В
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ УМОВАХ ЗА ПРИРОДНИХ ТЕМПЕРАТУР»**

207 – Водні біоресурси та аквакультура

Подається на здобуття наукового ступеня: доктора філософії

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

М.В. Задорожній

Науковий керівник:
Бех Віталій Валерійович
Доктор сільськогосподарських наук, професор

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

*Задорожній М.В. «Особливості вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в експериментальних умовах за природних температур» – Кваліфікаційна праця на правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 207 – «Водні біоресурси та аквакультура» (20 «Аграрні науки та продовольство»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2024.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню можливості вирощування африканського сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) протягом вегетаційного періоду в ставових та басейнових умовах Полісся України.

Африканський кларієвий сом є одним з видів, що широко вирощується в Україні в рециркуляційних аквакультурних системах (РАС). Однак через кліматичні обмеження вирощування цього виду в ставках на території України протягом всього року не є можливим. Проте літній період відкриває нові можливості, оскільки температура води наближається до оптимальних значень для росту сома (24 °C та вище), що сприяє активному живленню та збільшенню приросту маси.

З метою оптимізації процесу вирощування африканського сома та зниження енерговитрат пропонується адаптація одного з етапів індустріального процесу вирощування до умов відкритих ставів у літній період. Це дозволить значно знизити витрати на енергію, адже відпадає необхідність у постійному підігріві та перекачуванні води, характерних для закритих водних систем, таких як РАС.

Окрім економічних переваг, такий підхід може позитивно вплинути на якість рибної продукції. Вирощування риби в ставах з меншою щільністю посадки створює більш сприятливі умови для розвитку, знижує стрес у риб, поліпшує засвоєння корму та забезпечує вищу виживаність мальків. Такі умови

також можуть підвищити загальну стійкість риб до захворювань, що має важливе значення для стабільності виробництва.

Мета роботи – оцінити можливості вирощування африканського сома в умовах, характерних для Полісся України.

Дисертаційні дослідження виконано на кафедрі аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України, зокрема в навчальній лабораторії технологій в аквакультурі (м. Київ) та у навчально-науково-виробничій лабораторії рибництва кафедри аквакультури (сmt Немішаєве Київської області).

Вперше проведено дослідження щодо можливості вирощування та підвищення виживаності африканського сома, який вирощуватиметься у бетонних басейнах та земляних ставах, в умовах Полісся України, а також порівняння ефективності використання плаваючих та тонучих комбікормів при вирощуванні сома у цих умовах.

А також, вперше проведено дослідження низьких критичних температур і періоду, протягом якого сом може перебувати під їх впливом без видимих негативних наслідків.

Проведена оцінка економічної ефективності вирощування африканського сома протягом вегетаційного сезону у земляних ставах та бетонних басейнах.

У результаті проведених досліджень встановлено, що для подальшого ефективного вирощування у ставових умовах півночі України існує можливість підрощування рибопосадкового матеріалу при температурі води, яка відповідає конкретним кліматичним умовам місцевості. Це може запобігти значним втратам риби в разі різкого зниження температури, що сприятиме збереженню риби і, відповідно, рибопродуктивності ставів. Крім того, під час цього дослідження було встановлено, що підрощування малька кларієвого сома при температурі від 20 до 24 °C призводить до зменшення рівня канібалізму на 6 – 10%.

Досліджено, що використання басейнового методу вирощування з застосуванням плаваючого корму є більш ефективним за показником

виживаності (75,95%) у порівнянні із ставовим методом. У ставовому методі, для досягнення кращих результатів виживаності (66,25%), рекомендується використання тонучого корму. Показник середньої індивідуальної маси особин (у ставах), які отримували тонучий корм, склав 166,05 грамів, у порівнянні з особинами, що отримували плаваючий корм – 158,05 грамів. Ці дані свідчать про те, що використання тонучих кормів у вирощуванні молоді кларієвого сома в умовах Полісся України є більш ефективним.

Найвищі темпи приросту маси риби спостерігалися в останній декаді серпня, коли середньодобова температура води наближалася до оптимальних значень для африканського сома (24 – 30 °C).

Результати досліджень свідчать про те, що при вирощуванні африканського сома з початковою масою 6,3 г ± 0,5 г у водоймах з температурою води нижче оптимальної (24°C) розмір риби протягом вегетаційного сезону може не досягати товарної маси. У таких ситуаціях рекомендується використання рециркуляційних систем аквакультури для подальшого дорощування риби.

Результати нашого дослідження щодо поведінкової реакції на зниження температури води (від 20 до 12°C) підтверджують, що *C. gariepinus* може переносити зниження температури води до 16 °C без значних втрат, а в довгостроковій перспективі може навіть адаптуватись до таких умов. Крім того, наші дослідження доводять, що при зниженні температури до 14 °C риба може протриматись протягом 36 годин, що дає змогу рибоводам вчасно реагувати на цю проблему. У разі зниження температури до 12°C цей термін становить близько 24 годин.

Гранична температура води для африканського сома становила 12 °C. Наші дослідження підтверджують, що риба може переносити температуру 10 °C протягом двох годин, після чого її необхідно перемістити в більш теплу воду, підвищивши температуру хоча б на 4 °C, що може сприяти порятунку риби. Результати проведених досліджень, свідчать про те, що сом може впадати в

анабіоз за умов холодної води, а також може бути виведений з цього стану, за умови розміщення в теплішій воді.

Результати дослідження з вивчення поведінкової реакції на зниження температури води до 10°C під час випробувань в акваріумах просто неба за температури повітря -6°C свідчать про негативний вплив низьких температур повітря. Двогодинне перебування на морозі призвело до загибелі дослідних груп.

Результати наших досліджень можуть бути використані для розробки рекомендацій з вирощування африканського сома в кліматичній зоні Полісся України. Крім того, наші матеріали допоможуть підвищити виживаність рибопосадкового матеріалу, що в свою чергу сприятиме підвищенню рибопродуктивності водойм. Отримані експериментальні дані дозволяють встановити орієнтовні межі вегетаційного періоду для африканського сома, який вирощуватиметься на півночі України. А також, на основі наших експериментів визначені подальші напрямки досліджень.

Встановлена необхідність провести додаткові дослідження для визначення оптимальної щільності посадки африканського кларієвого сома у ставах. Оптимальна щільність посадки є ключовим фактором для забезпечення здорового росту та виживаності риби. Висока щільність посадки може призвести до зниження якості води, оскільки відходи життєдіяльності риб і залишки корму накопичуються у воді, підвищуючи рівні амонію, нітритів та нітратів. Це, в свою чергу, може призвести до токсичного середовища для риби, зниження рівня розчиненого кисню, збільшення ризику хвороб та якості м'яса.

Перспективним напрямком подальших досліджень є проведення експериментів з використанням рибопосадкового матеріалу більших розмірів, який теоретично може досягти товарної маси протягом вегетаційного періоду. Використання більших рибопосадкових матеріалів може мати кілька переваг, включаючи зниження смертності через кращу адаптацію до нових умов та меншу схильність до хвороб.

Необхідно провести додаткові дослідження для вивчення тривалості перебування африканського кларієвого сома в стані анабіозу та його можливості впадати в цей стан за температури 11-12°C при тривалій експозиції протягом більше ніж 24 годин. Анабіоз – це стан значного уповільнення фізіологічних процесів, який дозволяє організмам виживати в екстремальних умовах. Важливо зрозуміти, при яких температурах цей вид риби може впадати в анабіоз і як довго він може залишатися в цьому стані без негативних наслідків для здоров'я.

А також, рекомендується провести додаткові дослідження щодо оптимальних термінів загартування рибопосадкового матеріалу старшої вікової групи, яка має більшу стійкість до температурних коливань. Загартування риби є важливим процесом, який дозволяє підвищити її стійкість до екстремальних умов і покращити виживаність.

Ці напрямки при подальшому поглибленому аналізі дозволять розширити технологічні методи вирощування африканського сома в Україні.

Ключові слова: басейнова та ставовова аквакультура, африканський кларієвий сом, плаваючі та тонучі комбікорми, загартування молоді, вирощування, темп росту, виживаність, рибопродуктивність, мінімальна температура, анабіоз.

ABSTRACT

Zadorozhnyi M.V. "Features of *Clarias gariepinus* Cultivation in Pond Conditions in the Polissia Zone of Ukraine" – A qualifying academic work in manuscript form.

The dissertation is dedicated to the study of the feasibility of cultivating African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) during the growing season in pond and pool conditions in the Polissya region of Ukraine.

The African catfish is one of the species widely cultivated in Ukraine in recirculating aquaculture systems (RAS). However, due to climatic limitations, cultivating this species in ponds throughout the year in Ukraine is not possible.

However, the summer period opens up new opportunities since water temperatures approach optimal values for catfish growth (24°C and above), promoting active feeding and weight gain.

To optimize the process of African catfish cultivation and reduce energy costs, it is proposed to adapt one stage of the industrial cultivation process to open pond conditions during the summer period. This will significantly reduce energy costs as there will be no need for constant water heating and recirculation, typical for closed water systems like RAS.

Besides economic advantages, this approach can positively affect the quality of fish products. Cultivating fish in ponds with lower stocking density creates more favorable conditions for development, reduces stress in fish, improves feed utilization, and ensures higher survival rates of fry. Such conditions can also enhance the overall disease resistance of the fish, which is crucial for production stability.

Objective of the work: to assess the feasibility of cultivating African catfish under conditions typical for the Polissya region of Ukraine.

The dissertation research was conducted at the Department of Aquaculture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, specifically at the Aquatic Bioresources and Aquaculture Center (Kyiv) and at the Educational-Scientific-Production Fishery Laboratory of the Department of Aquaculture (Nemishaeve, Kyiv region).

For the first time, research has been conducted on the feasibility of cultivating and increasing the survival rates of African catfish grown in concrete pools and earthen ponds under the conditions of the Polissya region of Ukraine, as well as comparing the efficiency of using floating and sinking feeds for catfish cultivation in these conditions.

Also, for the first time, research on low critical temperatures and the period during which catfish can withstand their impact without negative consequences has been conducted.

The economic efficiency of African catfish cultivation during the growing season in earthen ponds and concrete pools has been evaluated.

As a result of the conducted research, it was established that for further effective cultivation in pond conditions in the north of Ukraine, it is possible to rear stocking material at water temperatures corresponding to the specific climatic conditions of the area. This can prevent significant fish losses in case of a sudden temperature drop, contributing to fish preservation and, consequently, pond fish productivity. Moreover, during this research, it was established that rearing African catfish fry at temperatures ranging from 20 to 24°C reduces cannibalism rates by 6-10%.

It has been found that the pool method of cultivation using floating feed is more effective in terms of survival rates (75.95%) compared to the pond method. In the pond method, to achieve better survival results (66.25%), the use of sinking feed is recommended. The average individual mass of fish (in ponds) that received sinking feed was 166.05 grams, compared to fish that received floating feed – 158.05 grams. These data indicate that the use of sinking feeds in the cultivation of African catfish juveniles under the conditions of the Polissya region of Ukraine is more effective.

The highest growth rates were observed in the last decade of August when the average daily water temperature approached optimal values for African catfish (24 – 30°C).

The research results indicate that when cultivating African catfish with an initial mass of $6.3 \text{ g} \pm 0.5 \text{ g}$ in water bodies with water temperatures below the optimal (24°C), the fish size may not reach marketable weight during the growing season. In such situations, the use of recirculating aquaculture systems for further fish rearing is recommended.

The results of our research on the behavioral reaction to decreasing water temperatures (from 20 to 12°C) confirm that *C. gariepinus* can withstand a decrease in water temperature to 16°C without significant losses and can even adapt to such conditions in the long term. Moreover, our studies demonstrate that at a temperature drop to 14°C, the fish can survive for 36 hours, allowing fish farmers to respond to this problem in time. If the temperature drops to 12°C, this period is about 24 hours.

The critical water temperature for African catfish was 12°C. Our studies confirm that fish can withstand a temperature of 10°C for two hours, after which they must be

moved to warmer water, raising the temperature by at least 4°C, which can help save the fish. The results of the research indicate that catfish can enter an anabiosis state in cold water and can be brought out of this state if placed in warmer water.

The research results on the behavioral reaction to water temperature drop to 10°C during outdoor aquarium trials at an air temperature of -6°C indicate the negative impact of low air temperatures. Two-hour exposure to frost led to the death of the experimental groups.

The findings of our research can be utilized to develop guidelines for cultivating African catfish in the climatic zone of Polissya, Ukraine. Additionally, our data will aid in enhancing the survival rates of fish stock, which in turn will contribute to increased fish productivity in aquatic farms. The experimental data obtained allow us to establish approximate limits of the vegetation period for African catfish raised in northern Ukraine. Furthermore, based on our experiments, further research directions have been identified.

There is a recognized need to conduct additional studies to determine the optimal stocking density for African Clarias catfish in ponds. Optimal stocking density is a crucial factor for ensuring healthy growth and survival of the fish. High stocking densities may lead to decreased water quality, as fish excreta and uneaten feed accumulate in the water, elevating ammonia, nitrite, and nitrate levels. This, in turn, can create a toxic environment for the fish, reduce dissolved oxygen levels, and increase the risk of diseases and the degradation of meat quality.

A promising direction for further research involves conducting experiments using larger fish stock material, which theoretically can reach market size within the vegetation period. Utilizing larger fish stock material could offer several benefits, including reduced mortality due to better adaptation to new conditions and decreased susceptibility to diseases.

Further studies are necessary to investigate the duration of anabiosis in African Clarias catfish and its ability to enter this state at temperatures of 11-12°C for extended exposures of more than 24 hours. Anabiosis is a state of significantly slowed physiological processes that allows organisms to survive extreme conditions. It is

crucial to understand at what temperatures this fish species can enter anabiosis and how long it can remain in this state without adverse health effects.

Additionally, it is recommended to conduct further research on the optimal hardening terms for fish stock material of older age groups, which are more resistant to temperature fluctuations. Hardening fish is a vital process that enhances their resilience to extreme conditions and improves survival rates.

These directions, upon further in-depth analysis, will allow the expansion of technological methods for cultivating African catfish in Ukraine.

Keywords: Pond and reservoir aquaculture, african sharptooth catfish, floating and sinking compound feeds, juvenile conditioning, rearing, growth rate, survival rate, fish productivity, minimum temperature, anabiosis.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. **Задорожній М. В.** Особливості загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) для вирощування у природніх умовах Півночі України. Таврійський науковий вісник. 2023. № 132. С. 352–357.

2. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму водойм Полісся України. Рибогосподарська наука України. 2024. № 1 (67). С. 74–88. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних джерел, досліджено можливість вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму характерного для Полісся України. Бехом В. В. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

3. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) Таврійський науковий вісник. 2024. № 135. С. 232–238. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних джерел, встановлено порогові значення мінімальних температур, які африканський сом може витримати без помітних негативних наслідків для свого здоров'я та життєздатності. Бехом В. В. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

Тези наукових доповідей

4. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Перспективи вирощування африканського сома у ставках в зоні Полісся України. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 77-а Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Київ, 5–6 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 26–27.

(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).

5. Задорожній М. В., Бех В. В. Перспективи загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) для вирощування у земляних ставах на півночі України. Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 8–9 листопада 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 144–145. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).*

6. Задорожній М. В., Бех В. В. Дослідження особливостей вирощування африканського сома (*C. gariepinus*) за температурного режиму водою притаманного Полісся України. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 78-а Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Київ, 25 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 44–46. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних та проведено дослідження можливості отримання товарного африканського сома за вегетаційний період вирощування у земляних ставах та бетонних басейнах. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
1.1 Особливості африканського сома – як біологічного виду.....	20
1.2 Промислове значення та огляд технологій культивування африканського сома.....	22
1.3 Особливості вирощування рибопосадкового матеріалу.....	26
1.3.1 Вирощування мальків.....	26
1.3.2 Вирощування молоді.....	29
1.3.3 Вирощування товарної риби.....	31
1.3.4 Вирощування в інтенсивних умовах.....	31
1.3.5 Вирощування в екстенсивних умовах.....	33
1.3.6 Вирощування в напівінтенсивних умовах.....	34
1.4 Годівля африканського сома.....	35
1.5 Контроль за вирощуванням риби.....	41
1.6 Облов товарної риби.....	41
1.7 Маркетинг та нюанси утримання товарної риби.....	42
Висновки до розділу 1.....	48
РОЗДІЛ 2 МІСЦЕ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
2.1 Загальна характеристика експериментальної бази.....	50
2.2. Матеріал та методи досліджень.....	56
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	65
3.1. Особливості загартування молоді кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>) для вирощування у природних умовах півночі України.....	65
3.2. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>) за природнього температурного режиму водойм Полісся України.....	71
3.3. Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>).....	79
3.4 Економічна ефективність вирощування африканського сома в ставах та басейнах протягом вегетаційного періоду.....	87

РОЗДІЛ 4 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	90
ВИСНОВКИ	101
МАТЕРІАЛИ ДО РЕКОМЕНДАЦІЙ.....	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	105
ДОДАТКИ.....	121

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБіП України – Національний університет біоресурсів і природокористування України

ННВЛ – Навчально-науково-виробнича лабораторія рибництва

РАС – рециркуляційні аквакультурні системи

$M \pm m$ – середнє арифметичне значення показника та помилка середньої;

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

ВСТУП

Актуальність теми. Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є одним із видів, який широко вирощується в Україні в рециркуляційних аквакультурних системах (РАС). Вирощування африканського сома в ставах на території України протягом усього календарного року неможливе через кліматичні обмеження. Однак, у літній період, ймовірність успішного вирощування збільшується, оскільки температура води протягом цього періоду наближається до оптимального для африканського сома рівня (24 °C та вища), що сприяє активному живленню та збільшенню приросту маси.

З метою оптимізації вирощування африканського сома і зниження енергетичних витрат пропонується адаптація одного з етапів індустріального процесу вирощування до умов відкритих ставів у літній період. Перенесення частини процесу вирощування у природні водойми дозволить значно знизити енерговитрати, адже відпадає необхідність у підігріві та постійному перекачуванні води, що є типовим для закритих водних систем, таких як рециркуляційні аквакультурні системи.

Окрім економічних переваг, такий підхід може сприятливо впливати на якість рибної продукції. Вирощування риби в ставах з меншою щільністю посадки створює більш сприятливі умови для її розвитку. Це може знижувати стрес у риби, сприяти кращому засвоєнню корму та забезпечувати вищу виживаність мальків. Такі умови також можуть підвищити загальну резистентність риби до захворювань, що є важливим чинником у забезпеченні стабільності виробництва.

Матеріали дослідження, проведені за темою дисертації, відкривають перспективи для розробки детальних рекомендацій щодо комбінованого методу вирощування африканського сома у природних умовах Полісся України. Результати таких досліджень можуть стати основою для подальших наукових розробок, спрямованих на підвищення ефективності і сталого розвитку аквакультури в регіоні.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – проведення досліджень з оцінки можливостей вирощування африканського сома в умовах, характерних для Полісся України.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні завдання:

1. Встановити особливості підрощування рибопосадкового матеріалу кларієвого сома при температурі води, що відповідає природним кліматичним умовам.
2. Вивчити ефективність вирощування у бетонних басейнах та земляних ставах, а також порівняти використання плаваючих та тонучих комбікормів у цих умовах.
3. Дослідити періоди вегетаційного сезону, коли спостерігатиметься найвищий темп росту риби.
4. Визначити найнижчі критичні температури та час, протягом якого африканський кларієвий сом може перебувати під їх впливом без помітних наслідків.
5. Оцінити економічні показники вирощування африканського сома в ставах та басейнах за природних температур.

Об'єкт дослідження — різновікові групи африканського сома за умов ставового та басейнового вирощування.

Предмет дослідження — рибницько-біологічні показники африканського сома на основних етапах його вирощування (середня маса, виживаність, темпи росту, абсолютний і відносний прирости, рибопродуктивність). Та економічна ефективність за умов вирощування в Поліссі України.

Методи досліджень: рибницькі, іхтіологічні, гідробіологічні, гідрохімічні, аналітичні та статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів.

- 1) Вперше досліджено можливість вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природного температурного режиму характерного для Полісся України.

- 2) Вперше проведено дослідження з загартування рибопосадкового матеріалу кларієвого сома для вирощування в умовах природних температур.
- 3) Вперше отримано дані з ефективності використання плаваючих та тонучих комбікормів при вирощуванні сома в ставових та басейнових умовах за природних температур.
- 4) Вперше досліджено періоди вегетаційного сезону, коли спостерігалися найвищі темпи росту маси риби.
- 5). Вперше встановлено порогові значення мінімальних температур, які африканський сом може витримати без помітних негативних наслідків для свого здоров'я та життєздатності.

Практичне значення одержаних результатів. Результати проведених досліджень можуть бути використані в розробці рекомендацій з вирощування африканського сома в кліматичній зоні Полісся України. Також матеріали проведених досліджень допоможуть підвищити виживаність рибопосадкового матеріалу, що в свою чергу підвищить рибопродуктивність водойм. Дані отримані експериментальним шляхом допомагають встановити орієнтовні межі вегетаційного періоду для африканського сома, якого будуть вирощувати на півночі України. Варто відмітити, що в результаті проведених експериментів були встановлені подальші напрямки досліджень, які при поглибленому вивченні дозволять розширити технологічні методи вирощування африканського сома в Україні.

Особистий внесок здобувача. Здобувач особисто провів пошук та аналіз науково-технічної інформації за темою дисертаційної роботи, що послужило основою для формулювання мети та визначення етапів досліджень. Він також провів експерименти, зібрав експериментальний матеріал та здійснив його аналіз і статистичну обробку. Результати досліджень були узагальнені, висновки сформульовані спільно з науковим керівником, а також підготовлені матеріали до рекомендацій.

У наукових працях, в яких було представлено основний матеріал дисертаційних досліджень, здобувач виконав основну роль у постановці цілей і завдань, зборі експериментальних матеріалів, аналізі та інтерпретації даних, а також у формулюванні висновків і пропозицій.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися на засіданнях Наукової ради НДІ технологій та якості продукції тваринництва НУБіП України, а також на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях: «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 5-6 квітня 2023 р. та 25-26 квітня 2024 р.); «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів» (м. Київ, 8-9 листопада 2023 р.)

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи та отримані результати досліджень опубліковано у 3 наукових працях у фахових виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз даних та у 3-х тезах наукових доповідей, що опубліковані у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить (129) сторінок і складається із анотації, вступу, огляду літератури, опису матеріалів та методів досліджень, результатів власних досліджень, обговорення результатів дослідження, висновків, матеріалів до рекомендацій, списку використаних джерел та додатків. Робота містить (10) таблиць та (20) рисунків. Список використаних джерел включає (140) найменувань, з яких (124) – іноземними мовами.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Особливості африканського сома – як біологічного виду

Представники сомових риб являються в основному тропічними видами. Лише декілька видів сомів мешкають в помірних зонах. Для рибоводів найважливішими характеристиками об'єкта являються вимоги до кормів і умов середовища. Африканський сом може жити в воді з дуже низьким показником розчиненого кисню (африканський сом може дихати атмосферним повітрям), що дуже вигідно в інтенсивній аквакультурі.

Африканський сом вважається перспективним видом для аквакультури в наслідок своєї невибагливості до умов вирощування та відносно не складною і легко-контрольованою технологією масового відтворення. У даний час розроблені технології вирощування сома в ставах і басейнах в тропічних країнах. З 1980-х років розпочали проводити дослідження з розведення сома в умовах помірного клімату, але для вирощування в водоймах з контрольованою температурою води, в основному – в установках замкнутого водопостачання [3-10]. Цей вид вирощується в Нідерландах, Венгрії, Бельгії, Німеччині, Чехії, Польщі та ін. країнах помірного клімату.

Африканський сом (*Clarias gariepinus* Burhell, 1822) має подовжену форму тіла. Голова сплюснута, загострена, очі маленькі. На першій зябровій дузі 24 – 110 зябрових тичинок. Рот кінецьний, великий. Наявні чотири пари великих вусиків. У сома довгий спинний і анальний плавники, а жировий відсутній. Передній край першого грудного променя має зазубрення. Хвостовий плавець заокруглений. Колір тіла від піщано-жовтого до темно сірого або жовто-бурого з зеленувато-бурими п'ятнами. Нижня частина тіла біла [10].

Кларієвий сом поширений по більшій частині Африки, а також в Йорданії, Лівані, Ізраїлі та Туреччині. Його інтродукували в більшість країн Африки, де він раніше не мешкав, а також в деякі країни Європи, Азії, Південної Америки.

Clarias gariepinus – прісноводна риба, максимальна солоність, яку цей вид витримує і при якій доволі добре для вирощування росте – 10 ‰ [11 – 12]. Оптимальна температура води для утримання сома – 24-30°C, сом росте при нагріві води вище 20°C, але оптимальна температура складає 24 – 27°C. Оптимальною температурою для розвитку личинок є 27 – 30°C. [13, 14, 15]. При температурах води нижче 12°C гине [10].

Африканський сом мешкає в озерах, річках, водосховищах, заплавних водоймах, навіть якщо вони періодично пересихають. Саме періодично пересихаючі заплавні озера та протоки являються його звичним ареалом, так як сом дихає атмосферним киснем, уміє переповзати з водойми у водойму по суші, а також закопуватись в мул в сезони засухи коли водойма пересихає [35, 36]. Сом легко мігрує із основної річки в її відгалужені водойми **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**. Саме до такого специфічного водного режиму адаптувався африканський сом [37, 38]. Сом дуже швидко досягає статевої зрілості у віці 1 року [39]. Це дає змогу йому відтворюватися і у відгалужених водоймах. В ареалі горизонтальні міграції сома починаються відразу після сезону дощів [52]. Підняття рівня води в наступному році, викликане початком сезону дощів, являється фактором, стимулюючим статеве дозрівання та нерест [53]. В період затоплення відбувається нерест і розвиток наступного покоління виду **[Ошибка! Источник ссылки не найден.]**. У випадку мешкання у водоймі, яка не пересихає, дозрілі особини сома завжди мають гонади з дозрілими статевими продуктами [64].

Кларієвий сом досягає статевої зрілості в перший рік життя, а маса його тіла може не перевищувати 400 г. Але, при цьому, він швидко росте. Вже в річному віці сом може досягати 1 – 1,5 кг [42, 43]. Це дуже перспективна характеристика цього об'єкта аквакультури. На даний момент для рибоводів вигідні об'єкти з високою плодючістю, що дозволяє масово вирощувати рибопосадковий матеріал. Африканському сому притаманна висока плодючість. В сприятливих умовах самки можуть дати до 60 000 ікринок/кг маси тіла [8].

Запліднені ікринки в природних умовах приклеюються до занурених рослин, інкубація триває 20 – 60 годин в залежності від температури води. Жовтковий мішок у виклюнувшись личинок розсмоктується за 3 – 4 дні, через 5 – 6 днів личинки повністю переходять на зовнішнє живлення.

Статева диференціація гонад у молоді починається в період 10 – 15 днів після викльову. При оптимальних умовах ($>24^{\circ}\text{C}$) личинки ростуть швидко, так як в затоплених заплавних водоймах формується гарна кормова база [9]. За один місяць виростають мальки масою 3 – 7 грам [56]. По мірі пересихання заплави молодь мігрує з відступаючою водою в основну водойму [133].

Африканський сом являється хижаком, але для нього характерна широка варіативність в харчуванні. Дорослі особини харчуються зоопланктоном, комахами, черв'яками, ракоподібними, малою рибою, водними рослинами, зерном рослин, а також дрібними ссавцями та птахами [92]. Всеїдність ще один позитивний критерій який робить сома привабливим об'єктом для рибоводів [19].

Як і більшість інших кларієвих сомів, африканський сом має маленькі очі, для пошуку їжі використовує свої вусики, особливо в нічний час. В природних умовах до 70% їжі він знаходить в нічний час [29]. Сом захоплює їжу повністю одним швидким ривком з широким відкриттям рота [67].

1.2 Промислове значення та огляд технологій культивування африканського сома

Африканський сом вже декілька століть являється об'єктом рибальства в Гані, Беніні, Нігерії та Камеруні. Перші спроби культивування цього сома були проведені в 1950 – 1970 рр. [1, 2]. Проблема полягала в контрольованому штучному відтворенні. В 1980-х, після досліджень в Європі (Нідерланди, Бельгії) та в Африці (Центральна Африканська Республіка, ЮАР, Кот-ді-Вуар, Нігерія), була розроблена базова технологія штучного відтворення сома з

використанням гормонального стимулювання [3, 8]. Після чого африканського сома почали використовувати в аквакультурі. В Африці він став об'єктом монокультури, але розвилось іще одне направлення: сома використовують як рибу меліоратора для контролю надлишкового відтворення теляпії в земляних ставах або сумісним вирощуванням теляпії обох статей [10].

З розвитком технології виробництва гранульованих високопродуктивних кормів з високим вмістом протеїну (в 1990х) були розроблені кардинально нові інтенсивні технології вирощування [5]. африканського сома інтенсивно розводять в ставах, басейнах, садках, РАС [5, 6, 9].

На даний момент часу *Clarias gariepinus* – набирає популярності як об'єкт прісноводної аквакультури [7]. Освоєні технології його масового відтворення в риборозплідниках [13]. Розроблені технології як для малих ферм, так і для промислових великих високотехнологічних підприємств, як для екстенсивних, так і для інтенсивних умов вирощування [6, 9].

Технологія культивування африканського сома (*Clarias gariepinus*) в Нігерії та Камеруні полягає в отриманні рибопосадкового матеріалу від племінних плідників, або виловом з природніх водойм і подальшого вирощування в ставах [1, 2, 3].

При заводському отриманні рибопосадкового матеріалу плідників стимулюють гонадотропними гормонами. До таких відносять: Ovarprim, Дезоксикортикостерона ацетат (DOCA), Чехословатський хоріонічний гонадотропін (HCG), гіпофіз сомів з маточного стада, гіпофіз звичайного коропа, гіпофіз Нільської теляпії і навіть жаб [3]. Влада Нігерії і Камеруна підтримує дослідження направлені на збереження якісного маточного стада та забезпечення потреб підприємців, які вирощують маточний матеріал, а також полегшують контроль за ринком рибопосадкового матеріалу [3]. На господарствах з екстенсивним типом вирощування, відразу після розсмоктування жовткового міхура, личинку починають годувати сумішшю

коров'ячого мозку і яєчного жовтка. Такою сумішшю годують личинок на протязі 4 – 6 днів, потім молодь розсаджують по ставах с щільністю посадки – 50 – 80 особин на м², стави попередньо удобрюються (зазвичай курячим гноєм) для розвитку природньо-кормової бази(зоопланктону) [4, 5]. Фермери, які вирощують сома в малих масштабах, зариблюють ставки, які огорожені від хижаків забором. Відлов і сортування молоді проводиться на 24 – 28 день, середня маса на цьому етапі складає 5 – 7 грамів [6]. Через те, що маса молоді у нагульні стави має бути не менше 10 грам, рибоводи проводять додаткову відгодівлю. Якщо є попит на молодь, її можуть реалізовувати при масі в 6 грам без відгодівлі.

Зазвичай виживаність в малькових ставах становить 25 – 35%. Добре доглянутий мальковий став дає продукцію в 20 000 п'яти грамових цьоголіток на один кілограм маси самки [38].

Великі підприємства в Нігерії активно розвивають інтенсивну аквакультуру в рециркуляційних системах (РАС), де використовують генетично-модифікованих плідників [128]. Крім того, на цих фермах проводиться розведення кормових організмів, таких як *Brachionus*, *Moina*, *Daphnia* і *Artemia*, безпосередньо на місці [135]. Щільність посадки молоді риб у таких системах досягає вражаючих значень від 5000 до 15000 екземплярів на кубометр, і при цьому виживаність становить близько 75% [137]. Такі господарства забезпечують рибопосадковий матеріал високої якості, що є ключовим фактором для ефективного функціонування аквакультурного сектору [137].

У рециркуляційних системах мальків риби з масою від 0,05 до 0,1 грама годують артемією та кормами з фракцією 0,25 мм протягом 14 днів у басейнах об'ємом від 100 до 1000 літрів при щільності посадки 600 екземплярів на кубометр [139]. Після цього мальків з масою від 0,1 до 1 грама пересаджують в 600-1000 літрові басейни з щільністю посадки 10000 екземплярів на кубометр і годують сухим кормом з фракцією 0,3-0,8 мм протягом 26 днів [23]. Молодь

риби вагою від 1 до 8 грам вирощують в басейнах об'ємом від 600 до 6000 літрів, при щільності посадки 400 екземплярів на кубометр, і годують сухим кормом з фракцією 0,8-1,5 мм протягом 20 днів. Важливою складовою ефективності таких систем є підтримання температури води на рівні 28°C, рН на рівні 7, а також контроль рівня NH₃ і NO₂ на рівні 3 і 1 мг/л відповідно, що сприяє забезпеченню оптимальних умов для здоров'я та розвитку риби. [38, 45].

В результаті чого утворився великий список систем виробництва товарної риби.

Земляні стави є важливим аспектом аквакультури, особливо в контексті розвитку рибного господарства в малих масштабах. Ці стави, зазвичай розміром від 40 до 240 квадратних метрів, оптимальною глибиною від 0,5 до 3 метрів, але для досягнення найкращих результатів рекомендується зберігати їхню глибину на рівні 1,5 – 1,7 метра. Вирощування риби в таких ставках може тривати від одного до двох років, і максимально зафіксована продуктивність сягає 860 тон на гектар, або еквівалентно 860 кілограмів на 100 квадратних метрів [34, 137].

В Азії, зокрема у країнах, таких як Непал і Бангладеш, сомів часто вирощують у невеликих ямах і канавах, що є поширеним практичним підходом до рибного господарства у цьому регіоні. Ями таких розмірів, як 1 – 2 квадратних метра, часто використовуються для зариблення сомом. Мальків сажають з різною щільністю посадки, зазвичай від 40 до 80 екземплярів на кубічний метр, залежно від специфіки господарства. Вихід мальків з таких ям може становити від 30 до 50 відсотків, а кінцева маса тіла товарної риби, яка розводиться в цих умовах, зазвичай досягає 300 грам [89, 25]. Період вирощування такої риби може займати від 5 до 7 місяців, і в цей період продуктивність може коливатися від 40 до 60 тон на гектар. У відповідності до розроблених методик годування, риби можуть харчуватися різними продуктами, включаючи лівер, хліб та кукурудзяну муку. [37, 46].

Басейни. Для вирощування африканського сома використовують від маленьких (4*3*1,3 м) до великих (сотні кубометрів води в об'ємі). До басейну об'ємом 15 м³ сажають 5 – 15 граміву молодь кількість 400 екз. (щільність посадки 30 екз./м³) [40].

Рециркуляційні аквакультурні системи (РАС). Зазвичай вирощують від мальків до 3-5 місяців, тобто в одному басейні проводять 2 – 3 цикли на рік. Вихід до 1000кг/м³/рік. Потребують якісних промислових високопродукційних кормів [38].

Садки. В азійських країнах африканського сома вирощують в садках годуючи гранульованими високопродукційними кормами. Садки встановлюють в невелику водойму, а в саму водойму для запобігання сильної евтрофікації сажають теляпю [46].

1.3 Особливості вирощування рибопосадкового матеріалу

1.3.1 Вирощування мальків

Основні втрати в поколінні риб припадають на початкові етапи життя, в тому числі – під час вирощування личинок до малька. *Мальком* називають рибу, яка в своєму розвитку здобула всі зовнішні ознаки дорослого організму. Загалом мальками личинка кларія стає при досягненні 1 г [49]. Рибоводний цикл вирощування мальків із личинок у африканського сома направлений на вирощування риб наважкою 3-5 грамів з найменшим відсотком смертності [49].

Даний рибоводний цикл потребує максимум уваги. Уявіть, що з 500 тис. личинок виживуть 50%, то ви отримаєте 250 тис. мальків. А якщо виживуть 80%? То ви отримаєте 400 тис. мальків. При цьому фінансові та інші витрати будуть однакові в обох випадках, а результати по чисельності риб покоління і біомасі (особливо з перерахунком на кінцевий можливий вихід рибопосадкового матеріалу) – значно відрізняється. При цьому різниця буде великою і в прибутку господарства. В подальшому, після отримання малька, втрати в чисельності риб

в поколінні суттєво скоротяться. Зрозуміло, що чим більш контрольовані умови, чим досвідченіший рибовод, тим кращі будуть результати. Із переліченого випливає, що в басейнах набагато легше зберегти більшу частину покоління молоді, чим в ставках [58, 59].

Для вирощування мальків використовують басейни з круговим током води. Це круглі або квадратні басейни з заокругленими кутами, наприклад 2*2*0,6 м [49]. Хоча гарні результати можна отримати і в прямокутних басейнах, головне щоб якість води була висока за рахунок проточності [47, 48, 49]. На вході і виході води в басейн варто щільно встановлювати фільтри із сітки з вічком 0,30 – 0,35 мм [49], щоб попередити потрапляння хижих безхребетних і сміття, яке буде бруднити воду, та не допустить змиття личинок з басейну. В подальшому, по мірі росту личинок, сітку міняють на 0,4 – 0,5 мм [49]. В басейни сажають личинок із щільністю посадки 25 – 30 тис екз/м². Течію води регулюють на рівні 5 – 7 л/хвилину на початку вирощування, поступово збільшуючи швидкість до 10 – 15 л/хвилину до того, доки маса риби досягне 1 г. Оптимальна температура води для вирощування мальків 26 – 29°C. Кількість розчиненого кисню має бути не нижче 3,5 мг/л, іонів амонію (загальний амонійний азот) – менше 1,0 мг/л при рН 6,5 – 7,5, концентрація нітритів – менше 0,2 мг/л [49].

Можна годувати артемією перші 2 – 3 тижні [43, 45, 49]. Для забезпечення годівлі личинок африканського сома артемією необхідно 3 – 4 кг цист на вирощування 100 тис. мальків. Через 8 – 10 днів розпочинають переводити на годівлю збалансованими гранульованими комбікормами. Чим вищий вміст протеїну в кормах, тим швидший ріст риби. Сучасні промислові корми відомих світових виробників містять 55% протеїну. Для 10-денних личинок використовують корми розміром гранул 0,5 – 0,8 мм [45].

На 10-тий день потреби в артемії складають 150 – 250 мл науплій артемії на кожні 100 тис. личинок, цю кількість отримують з 100 – 300 г сухих цист

артемії[43]. Науплії вносять протягом доби порціями, 5 – 6 порцій/добу з ранку до вечора.

Поступово проводять заміну артемії на гранульовані комбікорми, для цього добавляють комбікорми до артемії, тобто з 10 дня кількість артемії не збільшують, а добавляють комбікорми [61]. Раціон комбікорму складає спочатку 7% від біомаси, за тиждень його збільшують до 10% від біомаси, і з цього моменту годувати артемією завершують. Корм вносять 4 – 5 порціями. Для вирощування 80 тис. мальків (1г) необхідно 10 – 15 кг високобілкових комбікормів [66]. Рекомендується використання стартових комбікормів, розроблених спеціально для личинок [70]. Рибовод повинен сам обирати, використовувати кормушки чи вносити корм в ручну.

На протязі всього періоду вирощування мальків, слід не забувати проводити профілактику хвороб. Хоча, однією з переваг африканського сома і є імунітет до більшості хвороб. Тим не менше, деякі хвороби можуть виникнути і у цього об'єкта [63]. У кларія помічали одноклітинних паразитів (в основному *Costia*) та деякі бактеріальні хвороби (головним чином *Flexybacter* sp.) [64]. Самим ефективним методом являється профілактика. Потрібно постійно очищати дно басейну від відходів і стінки басейнів від обростання [67]. Рекомендують в басейн вносити розчин формаліну (25 мл/м³) кожні 3 – 4 дні на початку вирощування личинок [68]. Необхідну кількість формаліну розчиняють в 10 – 13 л води, зупиняють потік води в басейні, добавляють розчин в басейн, і через годину, відновлюють потік води. В подальшому, з збільшенням біомаси риб, зупинити потік води проблемно (погіршиться якість води) [76]. На цій стадії над водою в басейні встановлюють малу ємність з отвором, через яку може капати розчин, наливають туди розчин формаліну, який буде поступати в басейн протягом 1 – 2 годин, потік води не зупиняють.

Особливо необхідна профілактика хвороб розчином формаліну до стадії, коли африканський сом починає дихати атмосферним повітрям [70]. Зазвичай це буває на 15 – 20 й день після викльову (при наважці 0,25 – 0,3 г) [61].

У молоді швидко розвивається канібалізм, тому, вже починаючи з мальків, варто проводити відбір більших швидкорослих риб та добре кормити молодь [80].

1.3.2 Вирощування молоді

Ціль даного рибоводного циклу – виростити рибу від малька (3 – 5 г) до рибопосадкового матеріалу (наважкою 15 – 25 г) [61]. Зазвичай риборозплідники вирощують риб саме до рибопосадкового матеріалу [62]. На ставових господарствах, де вирощують коропа, товстолобика, білого амура, на цей цикл витрачають перший рік вирощування молоді, тобто восени першого року рибоводи отримують цьоголітку, після зимівлі молодь уже називають однорічками. Порівняно з інтенсивною аквакультурою, де можна досягнути набагато швидшого росту молоді, молодь такого розміру вирощують за 2 місяці, їх для зручності вже не назвеш однорічками. В світовій практиці в інтенсивній аквакультурі використовують термін «фінгерлінг» (риба розміром в палець, «finger» – палець) [63, 108]. По відношенню до тропічних риб ця термінологія в умовах помірного клімату є більш зручною, тому що на зимівлю африканського сома в ставах не залишиш, він не перезимує, замерзне [61, 108]. Отже, потрібно спочатку орієнтуватися на те, щоб вирощувати молодь сома швидко, 2 – 2,5 місяці отримувати фінгерлінгів і весною пересаджувати їх в нагульні водойми для вирощування товарної риби.

Для умов помірного клімату у вирощуванні африканського сому постає важливе запитання – коли пересаджувати покоління у відкриті умови (тобто стави, проточні басейни, садки)? І відповідь, – коли вода прогріється вище 20°C [61].

Інтенсивні методи (умови, при яких риба росте повністю за рахунок корисних речовин, які вона отримує з комбікормів) дозволяє вирощувати рибопосадковий матеріал в басейнах. Найкраще підходять для цього – РАС [70].

Басейни можуть бути різних розмірів і конструкцій. Перевагу мають басейни 3,5 – 5 м³. Оптимальна температура води для рибоводного циклу 25 – 27 °С. щільність посадки мальків (1 г) – 30 000 – 40 000 екз./м³. Потік води – 15-20 л/хв/м³ [70]. Мальки можуть дихати атмосферним повітрям, тому вимоги до розчиненого кисню знижуються, його вміст має бути не менше 1,5 мг/л концентрація іонів амонію нітратів має не перевищувати 200 мг/л (при рН 6,5 – 7,5) та 0,2 мг/л відповідно

При досягненні наважки 4 – 5г проводять сортування риби по розміру і розсаджують в різні басейни з щільністю посадки 1800 – 2500 екз./м³. Вимоги до розчиненого кисню ще більше понижуються, мінімальний рівень складає 0,5 мг/л. Концентрація розчиненого загального амонійного азоту 80 – 100 мг/л при рН 6,0 – 7,0, концентрація нітритів – нижче 0,5 – 1,0мг/л. Потік води має бути не менше 2 – 4 м³/час.

Рибу годують комбікормами з вмістом протеїну 44 – 48%. Розмір гранул – 1,5 – 3,0 мм [70].

Для запобігання канібалізму варто сортувати рибу за розміром тіла та добре годувати.

Важливо! Африканський сом при досягненні довжини 4 – 5 см і маси тіла 0,1 – 1 г при несподіваних стресових ситуаціях (раптове світло, удари по стінках басейну облови та ін.) можуть різко підстрибувати, підстрибують із води на 25 – 50 см. Мальки при цьому можуть вистрибнути навіть із басейна. Втрати можуть бути великими. Уже з розміру молоді 4 – 5г краще використовувати басейни з високими стінками (на 50 см вище рівня води), або варто накривати сітчастими або другими кришками всю поверхність басейну [74].

Фінгерлінгів при вирощуванні годують високобілковим збалансованим комбікормом, розмір гранул 0,8 – 1,5 мм, вміст протеїну 50 – 55%. У промислових кормах кормовий коефіцієнт складає приблизно 1,0 [74].

1.3.3 Вирощування товарної риби

Ціль цього рибоводного циклу виростити рибу від малька (15 – 25 г) до товарної (понад 1 кг) вирощування товарного африканського сома можна проводити в різних водоймах. Переваги цього об'єкту полягають в тому, що він дихає атмосферним повітрям, стійкий до хвороб, всеїдний [91, 92]. В земляних ставах його можна вирощувати при дуже високій щільності посадки (перевершуючи коропів та товстолобика в десятки разів) і з дуже високою швидкістю росту. В Узбекистані, в останні роки, вирощували сома масою до 1,5 – 2 кг в перший рік життя до кінця вересня. Гарні результати отримують при вирощуванні товарної риби в різних за розміром конструкцій басейнах та садках. Найважливішим фактором для успішного вирощування являється температура води (нагул у відкритих умовах можна починати при нагріві води), а також гарна годівля.

Основні вимоги до умов вирощування товарного африканського сома: оптимальна температура води 24 – 26°C, допустимі границі 20 – 30°C, як бачимо кількість розчиненого кисню та концентрація амонійного азоту і нітритів мало впливає на вирощування товарної риби [94].

Відзначимо, що сом має високі смакові властивості, його м'ясо містить 18,3 – 20,3% протеїнів, 0,71 – 1,84% ліпідів (при цьому, доля поліненасичених жирних кислот складає 2/3 від кількості жирів), 1 – 2,92% зольні сполуки [89].

1.3.4 Вирощування в інтенсивних умовах

Дуже зручним являється вирощування сома в проточних басейнах, такі басейни технологічно не складні у самостійному виготовленні, але можна придбати і промислові. Головне, щоб вода була необхідної температури. Зрозуміло, що наявність постійно самоплинної скважини з термальною водою являється самим оптимальним випадком. Але в умовах України і поверхнева вода прогрівається достатньо для вирощування сома в період від другої

половини травня до кінця червня – вересня. Форми, розміри басейнів, матеріал із яких їх будують, можуть сильно відрізнятись. У зв'язку з особливостями африканського сома, в басейнах є змога використовувати повільний водообмін – 1,5 повних водообміни за добу [36].

Нагадаємо, що африканський сом дає змогу утримувати його при більш високій щільності посадки у порівнянні з більшістю інших видів риби. Цікаві результати деяких досліджень експериментів: краще африканського сома вирощувати при більш високій щільності посадки; низька щільність посадки викликає певний стрес у риби, що визначили у всіх досліджуваних вікових групах [18, 28]. Африканські соми наважкою біля 100 г відчувають себе більш зручно в басейнах з високою щільністю посадки, чим з низькою. Хоча у риби масою понад 1 кг впливу щільності посадки не виявили [19, 31].

Щільність посадки рибосадкового матеріалу залежить від умов нагулу сома, який обирає рибовод на господарстві [35]. В проточних басейнах і садках можна сажати 60 – 300 екз./м³, при цьому кінцева рибопродуктивність буде 40 – 200 кг/м³. Такі ж щільності і отримані результати можна використовувати в садках. Зрозуміло, що товарного африканського сома можна вирощувати і в басейнах РАС. Тобто в басейнах і садках використовують інтенсивну технологію вирощування. В цьому випадку корми краще використовувати гранульовані, екструдовані, збалансовані, з вмістом протеїну 33% і вище. В загальному, можна радити наступний режим годівлі у відкритих умовах, доки у водоймі молодь, раціон – 10 % від біомаси риби в басейні. Раціон – це кількість корму, внесеного до водойми на протязі дня. Потім, протягом двох місяців раціон поступово понижують до 3 % від біомаси риби [87].

Для нагулу африканського сома ніяких особливих заходів профілактики хвороб можна не проводити. Потрібно тільки приділяти увагу сортуванню риби за розміром, за період нагулу рекомендують два рази проводити сортування та ділити на дві розмірні групи, щоб уникнути канібалізму.

1.3.5 Вирощування в екстенсивних умовах

Екстенсивне вирощування відрізняється тим, що риба здобуває харчові ресурси виключно з природного середовища, без використання штучних кормів. У таких умовах продуктивність залежить від розвитку природної кормової бази, яку забезпечує рибовод за допомогою добрив для води. Цей метод вирощування в основному спрямований на вирощування білого товстолобика як основного виду, тоді як короп, строкатий товстолобик і білий амур є додатковими об'єктами. Такий підхід дозволяє досягти стабільної продуктивності риборівництва та ефективно використовувати природні ресурси водойм [14].

У світовій практиці екстенсивне вирощування африканського сома є одним з ключових напрямків рибоводства, особливо в країнах Африки, де сприятливі температурні умови сприяють його успішному вирощуванню [6]. Використання екстенсивних технологій знаходить широке застосування завдяки унікальним адаптаційним здібностям африканського сома до життя в різних середовищах. Зазначені методи також привертають увагу науковців в інших регіонах, таких як Угорщина, де відбувається активне дослідження та впровадження новаторських підходів до вирощування риби. У результаті цих зусиль було розроблено та успішно впроваджено два ефективних методи екстенсивного вирощування африканського сома. Для реалізації цих методів використовуються спеціально підготовлені земляні стави, які забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку риби, дозволяючи отримати значну рибопродуктивність та забезпечити стабільний розвиток рибного господарства [28].

В земляних вирощувальних ставах можливо проводити оптимізований процес вирощування малька африканського сома [33]. За допомогою належної підготовки і удобрення ставу, личинки африканського сома висаджують з підвищеною щільністю посадки, що складає 1 мільйон на гектар [47]. Результативність цього методу проявляється в високому виході молоді риби, яка вже через один місяць набирає масу від 0,7 грама, зазвичай досягаючи

показників у 30 – 35%. Зазначений метод, крім високої продуктивності, є ефективним з точки зору витрат, що робить його доступним та масовим для широкого кола виробників. Такий підхід дозволяє економно та ефективно збільшувати кількість вижившого малька африканського сома для подальшого вирощування [47].

У ставах також можна успішно вирощувати товарного африканського сома, використовуючи його природню всеїдність [34]. Для цього, до гарно підготовлених водойм, висаджують молодь африканського сома з масою від 200 до 300 грам, з щільністю посадки в діапазоні від 100 до 300 екземплярів на гектар [35]. Цей метод передбачає відсутність штучного внесення комбікормів, адже соми здатні активно полювати та споживати організми природньої кормової бази, такі як зоопланктон, комахи, жаби та малоцінна риба [35]. Завдяки цій природній харчовій базі, протягом 3 – 3,5 місяців росту, вони можуть досягати значної маси від 1,5 до 2 кілограм [8]. Такий спосіб вирощування дозволяє досягти значних результатів у вирощуванні товарного сома без штучного живлення, що є економічно вигідним та дозволяє отримати високоякісний продукт [37].

1.3.6 Вирощування в напівінтенсивних умовах

Можливість вирощування африканського сома в земляних ставах при застосуванні типових для вітчизняних рибоводів корошових комбікормів відкриває широкі перспективи для розвитку рибництва. З врахуванням відповідно підібраних комбікормів, сом швидко набуватиме маси. У водоймах, де застосовується цей підхід, кінцева рибопродуктивність значно перевищуватиме показники, характерні для стандартних ставових полікультур корошових риб, і може сягати 20 тон на гектар і навіть більше [84]. З впровадженням вирощування африканського сома в рибництво відкривається можливість розширення асортименту риб, які можна вирощувати на рибних фермах, і значного підвищення загальної рибопродуктивності завдяки внесенню цього виду [80].

У 2016 році в Узбекистані були проведені дослідження з росту африканського сома в земляних ставах, враховуючи специфіку місцевого клімату. Дослідження включало в себе вирощування молоді сома, яка була посажена 10 квітня в стави зі щільністю посадки 6 екземплярів на квадратний метр. У ставках було встановлено повільний водообмін: повний обмін води відбувався лише раз на 2 тижні. Рибу годували звичайними комбікормами, які використовуються для товарного коропа, хоча корм не був збалансованим. Раціон становив 10% від біомаси риби у перші 3 місяці і 5% в подальшому.

До 15 вересня особини африканського сома досягали ваги від 750 до 1400 грамів. Загальна рибопродуктивність ставка на цю дату становила 1,7 кг на квадратний метр [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. У перерахунку на 1 гектар це означало високу рибопродуктивність у розмірі 21 тонна на гектар. В результаті досліджень було підтверджено, що африканський сом є перспективним об'єктом для вирощування в земляних ставах Узбекистану, і його можна успішно годувати як короповими кормами, так і іншими простими кормами [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

1.4 Годівля африканського сома

Африканський сом, як хижак, відрізняється відмінною всеїдністю, спроможністю споживати як їжу тваринного, так і рослинного походження [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Однак для рибовода вирішальне значення має якість корму, оскільки від неї залежить швидкість росту риби та її рибопродуктивність [36, 67]. Загалом, чим більше протеїнів у кормі, тим швидший приріст риби і вищий фінальний прибуток при належному годівлі [95]. Проте варто враховувати, що разом із зростанням якості корму зростає і його вартість. Це може стати чинником, який обмежує вибір корму для рибної годівлі. Значною мірою, відносна частка витрат на корм у загальній собівартості вирощеної риби може залишатися стабільною незалежно від якості корму [123]. Наприклад, за однакової вартості кормів гарного та менш якісного, різниця у прирості риби

може виявитися значною, при цьому вартість кормів у загальних витратах може залишитися однаковою [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Традиційний підхід, що характерний для ставового коропівництва, де риби в основному живляться природньою кормовою базою ставка, не є ефективним у вирощуванні африканського сома [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Цей метод може призвести лише до низької продуктивності та ускладнити вирощування сома взагалі. Особливо важко досягти якісного росту та розвитку сома за перший рік, а також уникнути загибелі риби під час зимового періоду [83, Ошибка! Источник ссылки не найден.].

При вирощуванні африканського сома в умовах помірного клімату рекомендується враховувати важливість використання комбікормів як основного джерела харчування для риби. Це дозволить досягти оптимального росту та забезпечити високу рибопродуктивність. Залежно від вибору комбікорму, можна обирати між двома основними стратегіями вирощування:

1. Використання комбікормів з протеїном у діапазоні від 12 до 18%. Цей підхід передбачає розрахунок на рибопродуктивність приблизно на рівні 20 тон на гектар. Такий підхід виправданий з точки зору вартості та доступності кормів і дозволяє досягти значно вищих показників продуктивності порівняно з короповою полікультурою.

2. Використання високопродуктивних збалансованих комбікормів з вмістом протеїну близько 33%. В такому випадку рекомендується вирощувати африканського сома в садках, басейнах або малих ставах в монокультурі. Очікувана продуктивність може досягати від 20 до 40 кілограмів на кубічний метр. Цей підхід характеризується високою ефективністю та дозволяє отримувати значну кількість продукції на обмеженій площі [80].

Такі стратегії годівлі відкривають нові можливості для рибоводства в умовах помірного клімату, сприяючи підвищенню ефективності вирощування африканського сома.

У свою чергу, важливо враховувати, що штучна годівля дозволяє досягти оптимального балансу харчування риби, що сприяє її швидкому росту та розвитку. Крім того, цей підхід дозволяє зменшити вплив зовнішніх факторів, таких як погодні умови чи коливання кількості природних кормів, на процес вирощування. Штучна годівля також забезпечує стабільність та передбачуваність у виробництві, що дозволяє ефективніше планувати виробничі процеси та оптимізувати витрати [76]. Крім того, контрольований характер штучної годівлі дозволяє враховувати індивідуальні потреби риби на різних етапах її росту та розвитку, що сприяє підвищенню продуктивності господарства. Таким чином, вибір стратегії годівлі риби визначається комплексом факторів, але застосування штучної годівлі виявляється найбільш перспективним та ефективним для досягнення високих результатів у вирощуванні африканського сома. [75, 92].

Годівля промисловими гранульованими комбікормами.

Для великих підприємств або для рибних господарств з суттєвими фінансовими можливостями, в яких планують вирощувати рибу з високою щільністю посадки та високою рибопродуктивністю (100-200 кг/м³), обґрунтованим буде використання промислових рибних кормів відомих виробників [93]. Такі корми відразу готові до використання, вони добре запаковані, їх продуктивні якості уже відомі, вказані в паспортах кормів і дуже високі. Звичайна величина кормового коефіцієнта в таких кормах – 0,8-1. Тобто при розумному використанні на кожні внесені 0,8-1 кг кормів в підсумку виросте 1 кг риби [79].

Основне завдання рибовода в цьому випадку – досягти максимально швидкого дружнього росту риби. Найважливішим являється питання

визначення раціону. Раціон вказують у відсотках від біомаси риб в даній водоймі. Раціон залежить від:

- температури води (риби – холонокровні тварини, швидкість їх обміну речовин напряду залежить від температури води. В більш оптимальній за температурою воді для даного виду рибам потрібно більше кормів в певних обсягах);
- від розміру риби (менші риби мають більш швидкий обмін речовин і потребують відносно більше кормів на одиницю маси тіла).

В наслідок чого рибоводу потрібно знати (а) температуру води в конкретний день, (б) розміри риби в конкретній водоймі, (в) кількість екземплярів в даній водоймі. Помноживши наважку риби на кількість, рибовод розрахує загальну біомасу риби. Потім варто використовувати дані, завжди наведенні фірмою яка виготовила в паспорті на конкретний корм. Рекомендації зазвичай представлені у вигляді таблиці, у якій є наважка риб та температура води. За таблицею знаходять раціон, вказаний у відсотках від біомаси риби.

Годівля риби по мірі росту. В аквакультури рибу розпочинають годувати з моменту, коли жовтковий міхур розсмоктується на 30 – 50 %. З цього періоду життєвого циклу в риби починається змішане харчування (тобто, риба росте як за рахунок залишків жовткового міхура, так і за рахунок зовнішнього харчування) [105]. Затримка годівлі негативно вплине на подальший ріст риби та її життєздатність. Спочатку годують не великими порціями, корми розкидають на поверхню води вручну або за допомогою кормороздавача. Для ранньої молоді існують свої спеціальні корми та системи кормороздавачів. Зазвичай добову дозу поділяють на 8 – 10 порцій на добу [103]. Деякі системи кормороздавачів влаштовані так що годують неперервно. В цей період краще, щоб риба наїдалась, тобто внесення корму припиняють тоді коли личинки перестають захоплювати корм. Деякі рибоводи вважають, що личинок краще годувати в ручну, так рибовод краще бачить ступінь поїдання корму [100].

По мірі росту риби кількість годівель зменшують до 5-ти порцій на добу. Коли риба харчується максимально добре, вона буде споживати максимум 1 – 2% від біомаси в кожен годівлю. Доки риба має розмір тіла менше 5 см корми потрібно вносити мінімум на площі 2/3 від басейну, садка, ставка з молоддю. Це забезпечить доступність корму для риб і дружній одно розмірний ріст [104].

Деякі зміни в годівлі з'являються з переводом молоді з басейнів риборозплідника в басейни, садки або ставки для вирощування рибопосадкового матеріалу і в подальшому в товарну рибу. Важливим питанням являється спосіб внесення кормів [104]. Різні рибоводи надають перевагу або переходу на автогодівниці, або вносити корми в ручну. До теперішнього часу вважають, що кращий ріст буде при годівлі в ручну, але це збільшує затрати на робочу силу. Кожне господарство саме обирає спосіб годівлі: в ручну або годівницями [106].

Ручна годівля має свої переваги, які полягають у більшому контролі та увазі рибовода щодо процесу годівлі. Рибовод може краще спостерігати за розподілом кормів і забезпечити більш рівномірне харчування риби, оскільки він особисто розкидає корм по всій акваторії ставу. Проте, у випадку використання годівниць, корм подається в обмежену площу ставу, що може призвести до нерівномірного розподілу кормів серед риби [32, 108].

Захоплення частини ставка деякими особинами може призвести до переваги в харчуванні цих риб, тоді як інші риби можуть отримувати менше кормів, що може вплинути на їхній ріст та розвиток. У той час як ручна годівля передбачає більш індивідуалізований підхід до годівлі, використання годівниць може бути більш технологічним та автоматизованим процесом [113].

Зокрема, великі рибні господарства можуть скористатися перевагами годівниць, оскільки вони дозволяють знизити витрати на робочу силу та оптимізувати процес годівлі. Крім того, перехід на годівниці може спростити спостереження за харчуванням риби та забезпечити більш ефективне використання ресурсів господарства [113].

Таким чином, вибір між ручною годівлею та використанням годівниць залежить від конкретних умов господарства, його потреб та можливостей .

Управління ростом африканського сома в басейнах, садках та земляних ставах є надзвичайно важливою складовою процесу вирощування риби. Проведення постійного контролю за його ростом дозволяє забезпечити оптимальні умови для розвитку риби та коректно розрахувати раціон годівлі. Це – один з основних методів управління, який має проводити рибовод.

Контрольний облов для африканського сома, який має властивість швидко нарощувати вагу, виконується з регулярністю щотижня. Це дає можливість вчасно виявляти будь-які зміни у темпах росту риби та вчасно коригувати годівельні раціони відповідно до їхніх потреб. Такий підхід сприяє підтриманню оптимального здоров'я та розвитку африканського сома, що, в свою чергу, максимізує його приріст та якість [113].

Важливість постійного контролю за ростом риби виявляється у можливості уникнути перевитрат на корми та забезпечити ефективне використання ресурсів господарства. Такий систематичний підхід сприяє оптимальному управлінню вирощуванням африканського сома та забезпечує його успішне вирощування у басейнах, садках та земляних ставах. [84]. Для ефективного контролю за ростом африканського сома в басейнах, садках та земляних ставах важливо систематично визначати середню наважку риби у водоймі. Цей процес включає в себе кілька етапів, починаючи від вилову випадкової вибірки рибин і закінчуючи розрахунком оптимальної кількості корму для годівлі.

Спочатку необхідно виловити з водойми 20 – 30 випадкових рибин і виміряти їхню наважку. Це зазвичай виконується шляхом поміщення риб у спеціальне відро з отворами в дні та бічних стінках для швидкого стоку води. Після цього проводиться зважування риб, і шляхом віднімання ваги порожнього

відра отримується загальна вага рибини. Ця сума потім ділиться на кількість рибин і визначає середню наважку у вибірці [58].

Після отримання середньої наважки рибини рибовод може розрахувати загальну біомасу риб у водоймі, перемноживши середню наважку на загальну кількість риб. З урахуванням наважки риб та температури води у конкретний день рибовод може визначити рекомендовані обсяги кормування. Також, враховуючи загальну біомасу, розраховується необхідний раціон корму для оптимального забезпечення росту та розвитку риби.

Цей процес дозволяє рибоводу здійснювати ефективне керування годівлею африканського сома та забезпечувати його оптимальний ріст та розвиток у відповідності з умовами водойми.

1.5 Контроль за вирощуванням риби

Розвиток ставового вирощування африканського сома в Україні вимагає від рибоводів не лише практичних навичок, але й глибокого розуміння біотехнологій. Рибоводам доведеться самостійно вивчати та розробляти нові методи вирощування, а також самостійно обирати та готувати сировину та матеріали для виробництва кормів. Цей процес вимагає великої самодисципліни та готовності до навчання у спеціалістів.

У зв'язку з цим, значно зростає важливість систематичного моніторингу всіх аспектів вирощування риби. Рибоводам рекомендується вести детальний робочий журнал, в якому фіксувати якість зовнішніх умов, зокрема температуру води, а також розмір та кількість риби в кожному садку, басейні чи ставку. Маючи таку інформацію, рибовод може забезпечити оперативний контроль над процесом вирощування риби та вчасно коригувати стратегії [65, 113].

Крім того, наявність робочих журналів забезпечує важливий матеріал для аналізу результатів вирощування та планування подальших кроків. Це дозволяє

рибоводам вдосконалювати свої методи та досягати більшої ефективності у вирощуванні риби [14].

1.6 Облов товарної риби

Контрольний облік риби проводять протягом усього сезону вирощування або з метою здійснення вилову товарної риби та її реалізації. Облов товарної риби відбувається, коли риба досягає відповідних розмірів. Цей процес може бути повним, коли вся риба з водойми виловлюється, або частковим, коли рибу виловлюють невеликими партіями для подальшої доставки покупцям. Під час облову важливо докладно фіксувати загальну масу, чисельність та середню наважку виловленої риби [74].

Басейни та садки мають перевагу в зручності та легкості облову, оскільки в них висока щільність риби, а об'єм води відносно невеликий. Для вилову невеликої кількості риби, наприклад, під час контрольних обловів, найкраще використовувати сачки з величиною від 10 до 13 мм.

Для здійснення облову ставка спочатку відкривають шандори у випускному монаху, поступово зменшуючи рівень води в ставку. Риба направляється від верхньої частини ставка до рибозбірного каналу, де її ловлять за допомогою рибовловлювачів або неводів по мірі опускання рівня води. Для зберігання живої риби на ставовому рибному господарстві надзвичайно корисно мати бетонні рибозбірники або басейни з чистою та проточною водою. Оптимальна щільність посадки риби в такі рибозбірники становить до 100 кг/м³, за умови гарної проточності води. Необхідно також забезпечити мінімальний вміст розчиненого кисню у воді на рівні 3-4 мг/л [76].

Після вилову рибу зважують і направляють на реалізацію. Після завершення облову важливо визначити середню індивідуальну масу риби та рибопродуктивність ставка (виражену у центнерах на гектар) або садка, басейна (виражену у кілограмах на кубічний метр), після чого складають фінальний акт [78].

1.7 Маркетинг та нюанси утримання товарної риби

Основна ціль розведення риби – отримання прибутку. Відповідно, питання маркетингу на першому місці. Більше того, краще ще на стадії розробки бізнес-плану уявляти майбутню систему реалізації продукції. Краще визначити свій ринок наперед, планувати стратегію реалізації, укладати договори постачання риби, умови реалізації і вивезення риби [113].

Стратегія маркетингу залежить від кількості риби для продажу, потужностей по її транспортуванні або переробці на господарстві і від знання ринку. Можливі ринки для реалізації риби для господарств: продаж живої риби населенню; продаж живої риби посередникам; підприємствам громадського харчування; продаж рибопереробному підприємству [25].

Невеликі рибні господарства, у яких є декілька тон риби на продаж (до 10 тон), знайдуть свою вигоду при продажу на пряму покупцю. Тобто покупець буде сам приїздити до басейнів, садків, ставків, придбати рибу (необхідної йому маси) і забирати з собою. Прямий продаж живої риби зменшує комісійні витрати та повертає великий прибуток рибному господарству [62].

Можливий варіант, коли у господарства є живорибний транспорт і торгова точка на ринку, тоді рибне господарство буде постачати рибу на реалізацію в живому вигляді [113].

Транспортування живої риби пов'язане з дотриманням певних правил. Необхідний дозвіл ветеринарної служби на перевезення живої продукції [46]. Важливо встановити заслін можливості перевезення хворої або зараженої риби в інші господарства або іншому споживачу [47]. Перевезення риби дозволяється в промитій продезінфікованій 10-20%-вим розчином хлорного вапна ємності [37]. Воду, в якій транспортувалась риба, спускати в водойму заборонено [83].

Успіх транспортування суттєво залежить від підготовки риби до нього. До перевезення рибу витримують у чистій воді (від 2 – 4 годин до 1 дня) [109].

За цей час з неї змивається прилипле при облові багно, промиваються зябра, звільняється кишечник. Потім наповнюють ємність чистою водою температурою, близькою до температури у водоймі. При необхідності зміни води на шляху використовують чисту воду із водойм. Вода з криниць, а також із міських водопроводів (хлорована) для наповнення транспортної ємності не підходить [113].

Рибу можна продавати не лише свіжою, але і переробленою. Великим рибним господарствам можна орієнтуватися на реалізацію мороженої або переробленої риби [113]. Рибопереробному підприємству (цеху) важливо, щоб риба була свіжою, високої якості [7]. Існує багато видів рибної продукції. Якщо господарство планує переробляти рибу, то необхідно дотримуватись державних стандартів по якості умов для рибопереробки і кінцевого продукту. Для цього необхідно звернутись до відповідних місцевих органів ветеринарного та іншого контролю, щоб отримати інформацію про вимоги до підприємства переробки і кінцевого продукту. В цьому випадку господарству варто придбати обладнання для переробки риби, зберігання риби та рибопродуктів, упаковки рибопродуктів. Це дозволить вирішити декілька проблем. Переробка створює суттєву додаткову вартість, зменшуються витрати на транспортування, так як перевозять готову продукцію, без води, в компактному вигляді, з підвищеним терміном придатності і т. д. На переробку відправляють більшу кількість товарної риби. Розширюється асортимент підприємства. Створюються нові робочі місця в даній місцевості [115].

Африканський сом є дуже чутливою рибою до стресу, тому його вирощування має відбуватися в спокої, тиші та в затемнених приміщеннях [117]. Будь-які маніпуляції або занадто довге і інтенсивне освітлення приміщень призводять до того, що протягом кількох днів він не приймає їжу та втрачає вагу [117]. Тому всі питання, пов'язані з дистрибуцією та маніпуляціями, повинні бути добре продумані та сплановані [118]. Оптимальним рішенням було б виробництво партії риб та їх продаж споживачу. Професійні переробні заводи

риб неохоче погоджуються їх обробляти [120]. Дистрибуція та невелике перероблення залишається головним чином у руках виробників [27]. Проводячи дрібний продаж, слід відловлювати рибу невеликими партіями та розміщувати їх у декількох менших басейнах, з яких їх можна поступово виловлювати [34].

За попередніми спостереженнями, 80% продажу становить жива риба для оптових продавців або закладів обробки у весняно-літній сезон. Останніми роками африканського сома також вводять на спеціалізовані риболовні ділянки як рибу для спортивного лову. Дистрибуція живого африканського сома не є складною. Він не вимагає резервуарів з добре окисненою проточною водою, проте під час зберігання та продажу його слід розміщувати в теплій, постійно оновлюваній воді[119].

У результаті стресу під час утримання перед реалізацією соми починають кусати одне одного, що призводить до розвитку некрозу на фоні бактерійної інфекції, а це в свою чергу спричиняє появу плісняви на шкірі [100]. Після тижня перебування в акваріумі такі риби втрачають товарний вигляд, що не спонукає до його покупки і часто не здатен реалізуватись[119]. З огляду на зовнішні особливості (тверда і велика голова, товста шкіра, грубий зовнішній вигляд) і фізіологічні особливості, африканського сома складно умертвити та очистити споживачам [128]. Збільшення продажів африканського сома можливе у формі частково або повністю переробленого продукту, будь то тушка, філе або інші готові продукти для гастрономії [129]. Наприклад, в Нідерландах він майже виключно продається у вигляді копченого філе без шкіри, вакуумно упакованого в поліетиленову упаковку з нанесеним на неї назвою виробника [130].

1.8 Сучасний стан та перспективи вирощування в ставових умовах України

Починаючи з 1988 року, улови морських видів риб у світовому рибному господарстві почали зменшуватися, в основному через повне знищення 70% популяцій промислових видів риб внаслідок інтенсивної експлуатації. Це створило додатковий стимул для швидкого розвитку аквакультури. В Україні

забезпечення потреб населення вітчизняною рибопродукцією здійснюється за рахунок як аквакультури, так і промислу, проте частка аквакультурної продукції постійно зростає. Це, передусім, відбувається за рахунок раціонального використання прісноводних і солонуватоводних внутрішніх водойм, кількість яких в Україні перевищує 1 млн. гектарів [82]. Значний розвиток аквакультури в країні обумовлений її важливими перевагами, зокрема екологічною безпекою та можливістю контролю над умовами утримання рибних популяцій [113].

Африканський сом на сьогоднішній день розглядається як перспективний вид для аквакультури, оскільки він має низькі вимоги до гідрохімічних умов вирощування і відносно просту технологію інтенсивного вирощування. Починаючи з 1980-х років, були вжиті перші заходи з вирощування сома в помірних кліматичних умовах. На сьогоднішній день існують розроблені технології вирощування сома у ставових умовах тропічних країн. Щодо помірних кліматичних умов, цей вид активно вирощується, переважно, у рециркуляційних аквакультурних системах та з використанням геотермальної води. Адаптація сома до різних кліматичних умов відкриває нові можливості для розвитку аквакультурної галузі, що сприяє розширенню ареалу вирощування цього цінного виду риби [14].

Кларієвий сом є перспективним об'єктом для тепловодної аквакультури. Оптимальна температура води для його вирощування знаходиться в діапазоні 24 – 28 °С, при цьому мінімальна температура повинна бути не нижче 18 °С. На відміну від деяких інших видів риб, які не переносять низьких температур, кларієвий сом може виживати при температурі 12 °С протягом кількох діб. Він має унікальну здатність дихати киснем з атмосфери, відтак періодично піднімається до поверхні води для заковтування повітря. Допомагає використовувати атмосферний кисень надзябровий апарат, що складається з зябрової камери та сильно розгалужених виростів на другій та четвертій зябрових дугах [6].

Стійкість кларієвого сома до забруднення води, різних стрес-факторів та захворювань відома давно. Цей вид риби також відзначається високим темпом

росту і може витримувати надзвичайно високі щільності посадки. Ці особливості роблять кларієвого сома привабливим для вирощування в тепловодних умовах, де йому надається перевага в рециркуляційних аквакультурних системах або за використання геотермальної води [46, 47].

Закордонний досвід вирощування африканського сома в аквакультурі показує, що використання високої щільності посадки в умовах ставів сприяє досягненню високих показників рибопродуктивності [31].

Науковцями з Науково-дослідного інституту рибного господарства Танзанії було визначено, що найбільш критичним показником якості води для кларієвого сома є вільний аміак (NH_3). Цей показник впливає на здоров'я та добробут риб, тому його контроль є важливим аспектом у вирощуванні цього виду. Щодо інших гідрохімічних показників навколишнього середовища, таких як рівень кисню, рН та інші, кларієвий сом виявляє достатню толерантність, що свідчить про його адаптабельність до різних умов вирощування [83].

Дослідники з факультету водних і рибальських наук Університету Кафр-Ель-Шейха (Єгипет) провели серію експериментів, щоб визначити оптимальні умови для вирощування кларієвого сома. Вони встановили, що найвищий приріст риби спостерігався під час вирощування її на невеликій глибині, приблизно 0,5 метра, у ставах. Також було виявлено, що використання кормів з тонучими гранулами сприяло більшому темпу росту сома порівняно з кормами з плаваючими гранулами. Хоча різниця у темпах росту між рибами, які споживали різні типи кормів, не була статистично значущою, це свідчить про важливість правильного харчування для забезпечення оптимального росту і розвитку [109].

Враховуючи вищезазначене, обґрунтованою є доцільність проведення експерименту з вирощування кларієвого сома в умовах водойм Полісся України протягом вегетаційного періоду. Такий експеримент дозволить з'ясувати, як різноманітні фактори середовища впливають на ріст і розвиток цього виду риби в конкретних природних умовах, що може мати важливе значення для подальшого розвитку аквакультурної галузі в Україні.

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) в Україні є одним із видів, який активно вирощується в сучасній індустріальній аквакультурі, зокрема в рециркулюючих аквакультурних системах (РАС). Вирощування цього виду у ставках на території України протягом усього року не є можливим через кліматичні обмеження, однак протягом вегетаційного періоду існує можливість успішного вирощування риби до товарної маси. У цей період температура води наближається до оптимального для африканського сома рівня (24 °С), що сприяє задовільному росту та інтенсивному живленню риби [14].

Вирощування африканського сома за комбінованим методом могло б стати ефективним з точки зору зниження витрат на електроенергію, оскільки воно передбачає виключення таких складових, як витрати на підігрів та перекачку води. Крім того, цей підхід міг би сприяти підвищенню якості рибної продукції африканського сома через можливість підрощування товарної риби у ставах за меншої щільності посадки, у порівнянні з вирощуванням у РАС.

Обмежена кількість наявних даних щодо вирощування африканського сома у ставових та басейнових умовах Полісся України підкреслює необхідність проведення подальших досліджень в даному напрямку аквакультури [125].

Висновки до розділу 1

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) є важливим об'єктом індустріальної аквакультури в Україні, загалом його вирощують в рециркуляційних систем аквакультури. Вирощування цього виду риби в ставках протягом усього року не можливе через кліматичні обмеження. Проте під час вегетаційного періоду існує достатній потенціал успішно підростити рибу до товарної маси, оскільки температура води наближається до оптимальних значень для африканського сома (24 °С), що сприяє задовільному росту та інтенсивному живленню.

Вирощування африканського сома за комбінованим методом має потенціал знизити витрати на електроенергію, оскільки відпадає необхідність використання енергії на підігрів і перекачку води. Крім того, такий підхід може

позитивно позначитися на якості рибної продукції, оскільки дозволяє підрощувати товарну рибу у ставках при меншій щільності посадки, що може призвести до поліпшення якості продукту порівняно з РАС.

Недостатня кількість інформації щодо вирощування африканського сома в ставових та басейнових умовах Полісся України підкреслює важливість проведення подальших досліджень у цьому напрямку аквакультури.

Враховуючи вищезазначене, виникає необхідність у проведенні досліджень які допоможуть у розробці рекомендацій для вирощування африканського сома в Україні. На протязі вегетаційного періоду за температурних умов притаманних Полісся України і з врахуванням особливостей ставових та індустріальних господарств.

РОЗДІЛ 2 МІСЦЕ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика експериментальної бази

У дисертаційній роботі використані результати експериментальних досліджень, які були проведені в двох локаціях: у навчальній лабораторії технологій в аквакультурі національного університету біоресурсів і природокористування України, розташованому в місті Київ, а також у навчально-науково-виробничій лабораторії рибництва кафедри аквакультури (ННВЛ рибництва), розташованій у смт Немішаєве Бучанського району Київської області.

Навчальна лабораторія технологій в аквакультурі є одним із навчально-наукових підрозділів факультету тваринництва та водних біоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України. Він має відповідне матеріально-технічне забезпечення для проведення практичних занять зі студентами спеціальності 207 "Водні біоресурси та аквакультура", а також для досліджень гідробіонтів у лабораторних умовах штучного утримання. Експерименти, описані у дисертації, були проведені в навчальній лабораторії, обладнаній автономними аквасистемами, які забезпечують тривале утримання гідробіонтів. (рис. 2.1;2.2)



Рис 2.1;2.2 Навчальна лабораторія технологій в аквакультурі

ННВЛ рибництва діє у складі кафедри аквакультури. Її основною метою є підвищення теоретичного та практичного рівнів студентів, а також виконання наукової роботи аспірантами та науковцями факультету тваринництва та водних біоресурсів. По суті, це навчально-дослідне повносистемне ставове рибне господарство з елементами індустріального рибництва.

Ставовий фонд включає вісім нерестових і два вирощувальні стави 1 порядку, два зимувальні і один водопостачальний став, що одночасно виконує функцію вирощувального 2 порядку або нагульного ставу (залежно від планового завдання). Загальна площа водного дзеркала ставів становить близько 14 га. Інкубаційний цех оснащено інкубаційними апаратами «Амур», ІВЛ-2, Вейса, склопластиковими басейнами ЩА-2, ІВЛ-2. Крім того, в цеху розміщено рибницьку установку із замкненим циклом водопостачання, в якій відбувається вирощування осетрових риб. А також чотири бетонні басейни 3x4x1,5 м (рис. 2.3) об'ємом 18 м³ розташовані під накриттям.



Рис. 2.3 Бетонні басейни ННВЛ рибництва

Джерелом водопостачання рибного господарства є поверхневі води, що

формується за рахунок атмосферних опадів. Наповнення ставків та басейнів водою відбувається самопливом. В бетонних басейнах очищення води зазвичай проводиться шляхом застосування часткової підміни води.

Кліматичні умови в районі розташування ННВЛ рибицтва характеризуються як помірно-континентальні, з річною кількістю опадів у діапазоні від 450 до 600 мм [140]. Протягом вегетаційного періоду (з травня по вересень 2020-2023 рр.) фіксувалися температурні умови наведені в таблиці 2.1 [140].

Таблиця 2.1

Температурні умови Полісся України з травня по вересень (2020-2023рр.)

Місяць	Мінімальна температура, °С	Середня температура, °С	Максимальна температура, °С
2020 рік			
Травень	2,1	12,4	26,7
Червень	5,7	21,7	32,7
Липень	11,8	22,0	32,3
Серпень	11,1	21,4	32,8
Вересень	7,1	18,4	34,3
2021 рік			
Травень	14,3	24,8	3,4
Червень	21,3	34,7	7,8
Липень	24,6	33,3	15,0
Серпень	21,1	33,2	13,8
Вересень	13,6	26,6	4,6
2022			
Травень	14,7	28,6	4,2
Червень	21,7	34,0	11,9
Липень	20,8	33,7	11,6
Серпень	22,4	33,0	16,4
Вересень	12,8	20,5	5,9
2023			
Травень	16,2	26,9	5,3
Червень	19,6	30,4	8,4
Липень	21,5	31,8	13,6
Серпень	23,8	35,7	13,8
Вересень	18,8	28,3	9,6

Африканський кларієвий сом є тропічним видом, який найкраще росте при температурі води в діапазоні 24 – 30°C. Температури нижче 20°C можуть уповільнити ріст і знижувати виживаність риби [140].

Протягом вегетаційного періоду з травня по вересень, дані про середні температури повітря свідчать про певні відмінності в кожному місяці (див. рис. 2.4 – 2.7) [140].

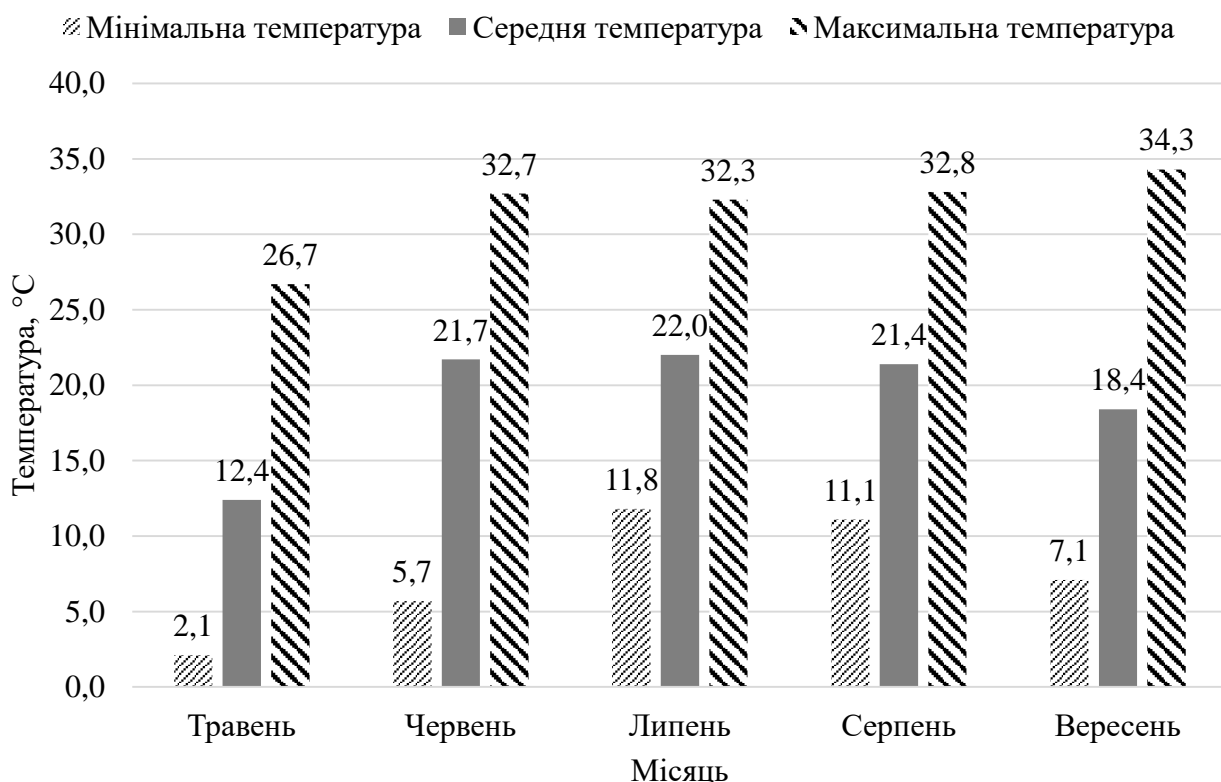


Рис. 2.4 Температурні умови Полісся України з травня по вересень 2020 року

У травні середні температури були дещо нижчими, особливо у 2020 році (+12,4°C див. рис. 2.4), що може створювати труднощі для початку вирощування сома. Однак, у червні середні температури повітря в основному перевищували 20°C, що є прийнятним для вирощування сома, особливо у 2021 році (рис. 2.5) [140].

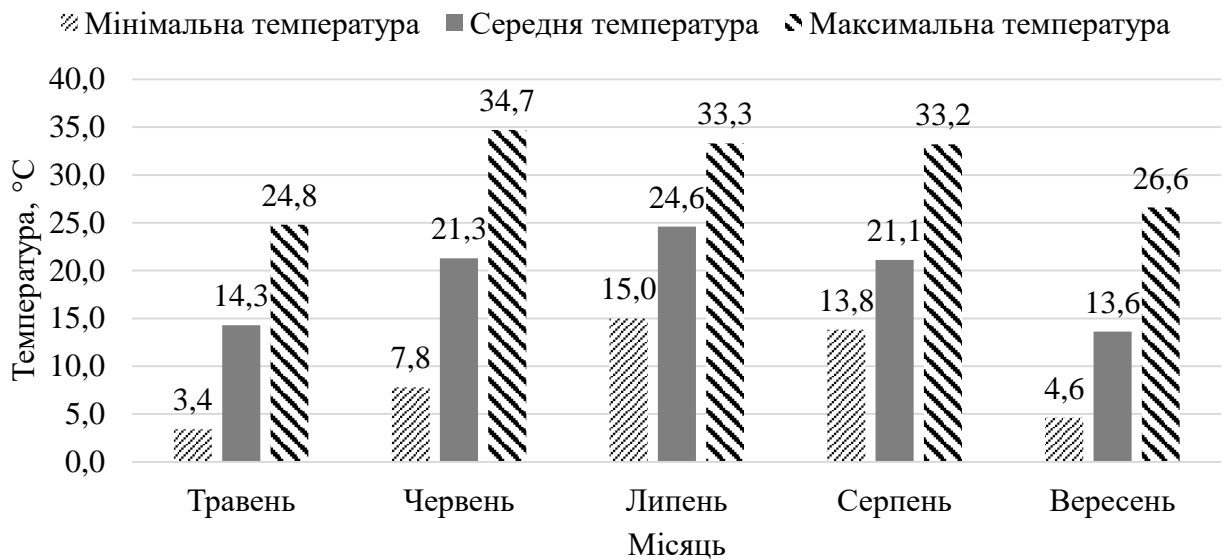


Рис. 2.5 Температурні умови Полісся України з травня по вересень 2021 року

Липень і серпень мали найбільш сприятливі температури, близькі до оптимальних значень для вирощування африканського сома, особливо в 2021 (рис. 2.5) та 2023 (рис. 2.7) роках [140].

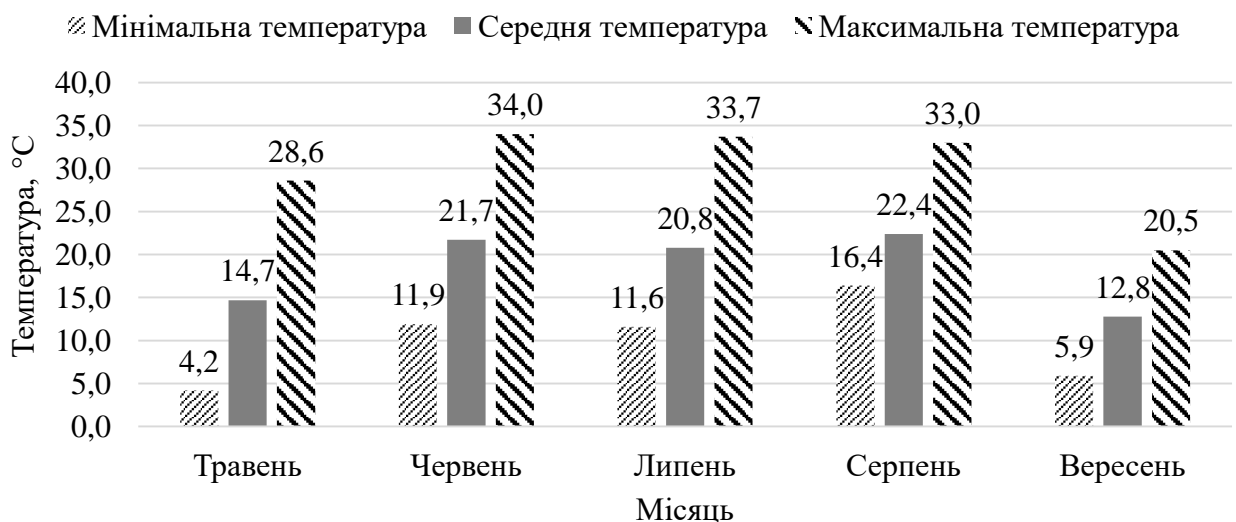


Рис. 2.6 Температурні умови Полісся України з травня по вересень 2022 року

У вересні середні температури знижувалися, але залишалися в межах прийнятних для продовження вирощування сома до кінця сезону.

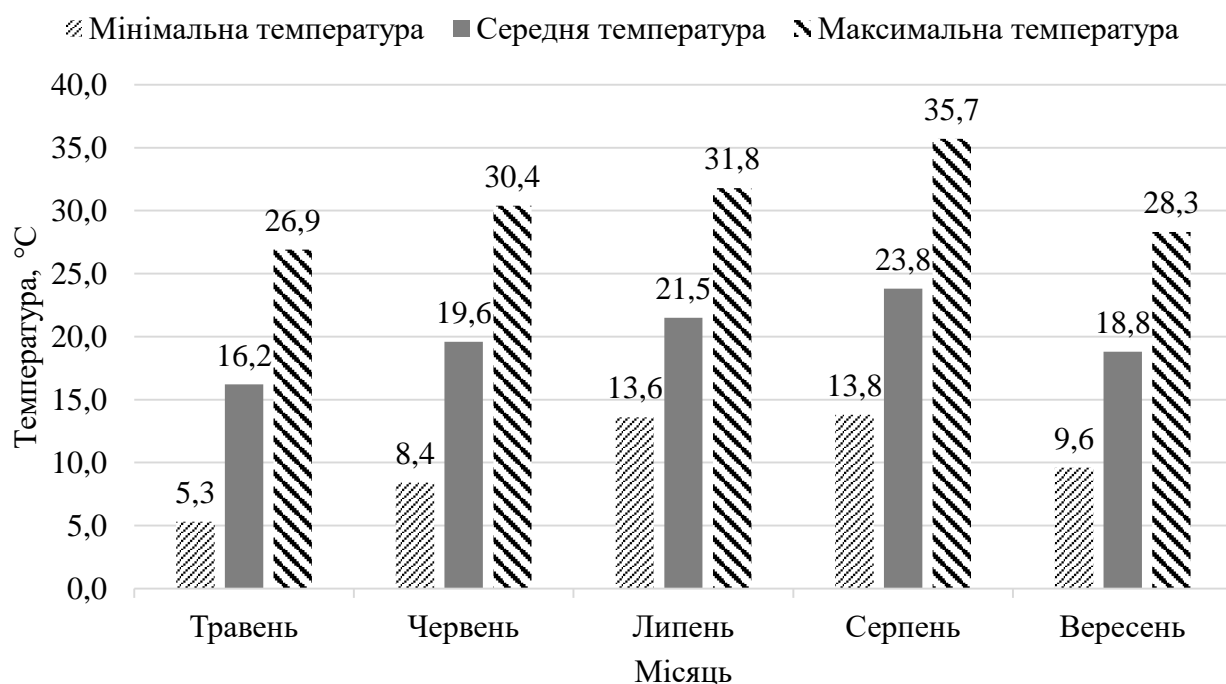


Рис. 2.7 Температурні умови Полісся України з травня по вересень 2023 року

Максимальні температури повітря у червні, липні та серпні часто перевищували 30°C, що сприятиме швидкому росту сома. Мінімальні температури в травні та вересні можуть бути дещо низькими для оптимального росту, але середні температури цих місяців є прийнятними. Таким чином, вирощування сома можна розпочинати в травні, якщо середня температура повітря не опускається нижче 18°C. А мінімальна, нижче 10 – 12 °C, короткий проміжок часу протягом якого температура повітря буде нижча 10 – 12 °C суттєвого впливу на вирощування не матиме, але тривала дія таких температур може пагубно вплинути на виживаність сома. Тому варто дедалю аналізувати прогнози синоптиків перш ніж розпочинати вирощування у відкритих умовах в північних областях України. Основний період інтенсивного росту припадає на червень, липень та серпень, коли температури досягають оптимальних значень.

Вирощування можна продовжувати до вересня, якщо середня температура залишається вище 16°C.

На основі представлених даних, кліматичні умови Полісся України є загалом сприятливими для вирощування африканського кларієвого сома протягом літнього періоду.

2.2. Матеріал та методи досліджень

Для проведення експериментів використовувався рибопосадковий матеріал африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*, B.), індустріального походження, придбаний у вітчизняному господарстві, розташованому на півночі України. Господарство спеціалізується на вирощуванні кларієвого сома в системах з рециркуляцією води, що дозволяє забезпечити стабільні та контрольовані умови для вирощування. Рециркуляційні аквакультурні системи на цьому господарстві складаються з серії закритих в приміщенні басейнів з механічними та біологічними системами фільтрації. Ці системи забезпечують видалення з води амоніаку, нітритів та інших шкідливих речовин, водночас підтримуючи оптимальний рівень розчиненого кисню. Температурний режим утримується на рівні 24-28 °C, що є ідеальним для вирощування кларієвого сома.

Рибопосадковий матеріал африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*, B.) було використано для проведення трьох незалежних дослідів, кожен з яких включав рибу певної вікової групи, непов'язану з рибою інших груп. Цей підхід дозволив чітко зосередитись на унікальних умовах та цілях, специфічних для кожної окремої вікової групи, що забезпечило надійність отриманих даних.

Кількість та вікові категорії риб, задіяні в кожному досліді, детально представлені у таблиці 2.2. Відокремленість груп у кожному з дослідів забезпечує точність аналізу впливу різних експериментальних умов на різні стадії розвитку риби.

Ці досліді були спрямовані на вивчення різних аспектів вирощування та адаптації кларієвого сома до умов середовища, яке значно відрізняється за температурними характеристиками та іншими екологічними параметрами.

Таблиця 2.2

Вікова група і кількість рибосадкового матеріалу, використаного у дослідіах

Назва дослідження	Вік рибосадкового матеріалу	Кількість, екз.
Особливості загартування молоді кларієвого сома (<i>C. gariepinus</i>) для вирощування у природніх умовах півночі України	4 тижні	150
Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (<i>C. gariepinus</i>) за природнього температурного режиму водойм Полісся України	2 місяці	1109
Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (<i>C. gariepinus</i>)	8 місяців	21

Для кожної вікової групи регулярно проводились обстеження стану здоров'я, зростання, активності та поведінки. Це включало візуальні оцінки та вимірювання, такі як довжина та маса тіла. Всі дані були зафіксовані для подальшого аналізу з метою виявлення взаємозв'язків між умовами утримання та біологічними показниками риб.

Методологія кожного з трьох дослідів була ретельно розроблена, враховуючи специфіку використання різних умов для кожної вікової групи африканського кларієвого сома.

Загальна схема виконання експериментальних робіт за напрямками досліджень наведена на рисунку 2.8.

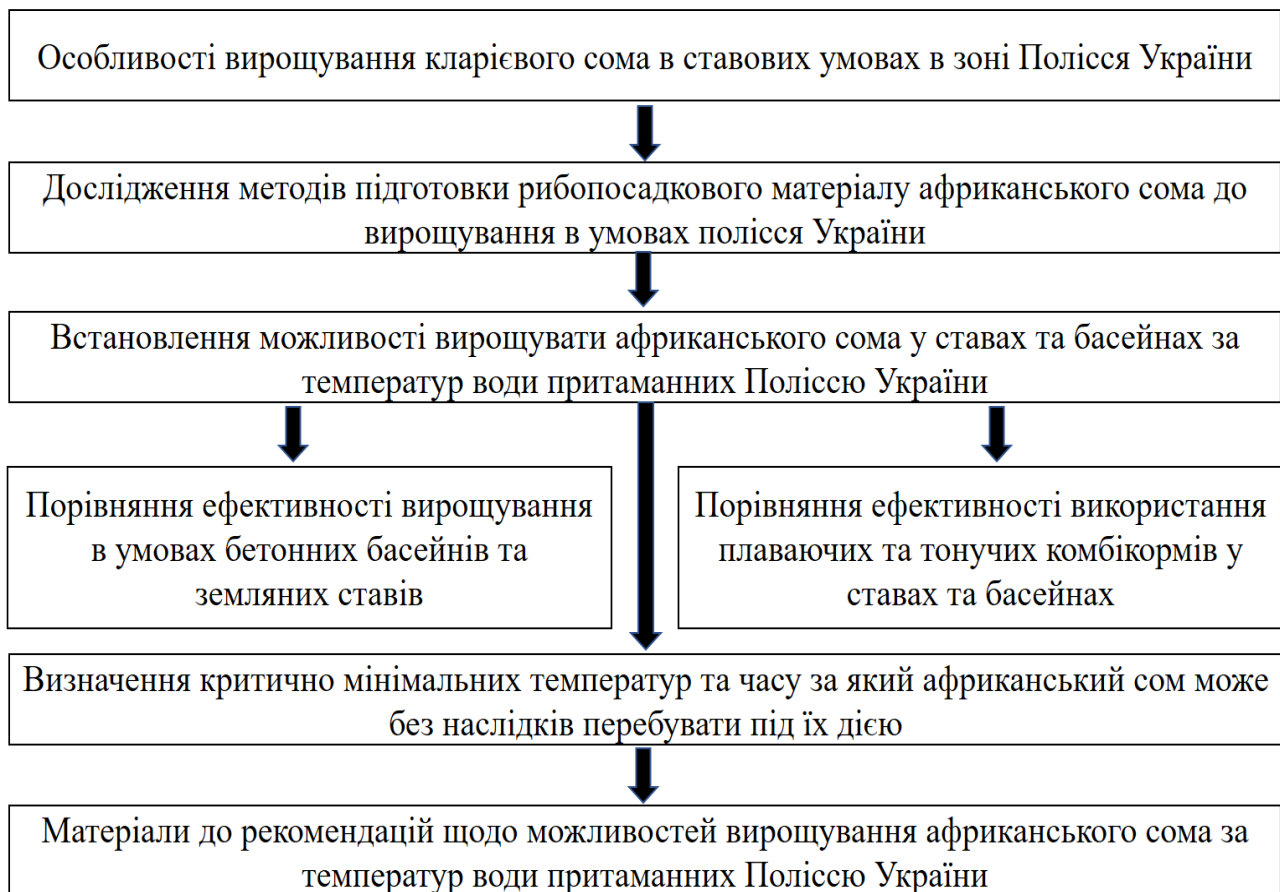


Рис. 2.8 Загальна схема досліджень

Перший дослід: Особливості загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) для вирощування у природних умовах півночі України

Метою першого дослідження було вивчення можливості підвищити виживаність африканського сома, який буде вирощуватися у природних водоймах півночі України. Дослідження проводилися з 06 червня по 12 серпня 2023 року в дослідному центрі аквакультури НУБіП України та на базі ННВЛ рибництва. Дослід проходив у два етапи.

Перший етап (06 червня – 07 липня 2023 року):

Протягом першого етапу дослідження вирощували молодь африканського сома в трьох експериментальних акваріумах в акваріальній лабораторії кафедри аквакультури Центру водних біоресурсів та аквакультури НУБіП України. Один акваріум використовувався для підрощування сомів при

оптимальних температурних умовах (група 1), тоді як у двох інших акваріумах (групи 2 та 3) застосовувалися легкі стресові умови, такі як зниження температури нижче оптимальної, обмеження водообміну та добове відключення фільтрації води з подальшим прискоренням водообміну.

Температурний діапазон води був наступним:

Група 1 (контроль): 28-30 °С

Групи 2 та 3 (дослідні групи): 20-27 °С

Для годівлі молоді використовували корм торгової марки "Aller Aqua" з розмірами гранул 0,2 мм. Годівлю риби проводили протягом світлового дня, 2–3 рази на день.

Рибопосадковий матеріал з середньою масою 0,4 г ± 0,2 г був розподілений на три групи по 50 екземплярів у кожному акваріумі:

Акваріум №1 (контроль): 50 екз., підрощування за оптимальних умов.

Акваріум №2 (дослід): 50 екз., підрощування за впливу легких стрес факторів.

Акваріум №3 (повтор досліду): 50 екз., підрощування за впливу легких стрес факторів.

Після завершення першого етапу було проведено контрольне зважування та розрахунок втрат перед переходом до другого етапу експерименту.

Другий етап (07 липня – 12 серпня 2023 року):

На другому етапі дослідження три експериментальні групи були пересаджені у два бетонні басейни розміром 3x4x1,5 м, кожен з яких був поділений сітчастою перегородкою навпіл. Площа одної такої секції складала 6 м². Водопостачання забезпечувалось самопливом з водойми-накопичувача, регулювання гідрохімічних показників забезпечувалось за рахунок прискорення водообміну.

Температурний режим під час другого етапу був нестабільним:

Температура повітря: від 14 °С вночі до 25 °С вдень.

Температура води: 16-25 °С.

Збір даних. В обох етапах дослідження регулярно проводилися вимірювання зростання, здоров'я та поведінкові реакції риб. Методики збору даних включали вимірювання довжини і маси, а також спостереження за активністю та харчуванням риб.

Другий дослід: Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму водойм Полісся України.

Метою проведених досліджень було встановлення можливості вирощування африканського кларієвого сома (*C. gariepinus*) у ставах та басейнах за температури води, характерної для Полісся України протягом вегетаційного сезону. Особлива увага була приділена порівнянню ефективності вирощування у бетонних басейнах та земляних ставах. Дослідження також включали порівняння ефективності використання плаваючих та тонучих комбікормів.

Дослідження проводилися протягом вегетаційного сезону на базі ННВЛ рибництва НУБіП України.

Всього було придбано 1109 екземплярів із середньою масою $6,3 \text{ г} \pm 0,5 \text{ г}$.

Перед початком експерименту молодь була розміщена у басейні з проточною водою, що постачалася з водойми-накопичувача, для забезпечення чистоти експерименту. Спостереження показали, що лише через 36 годин почалося активне споживання корму, що свідчило про зменшення рівня стресу після транспортування. Повне адаптування молоді відбулося через 72 години, але витримування було продовжено ще на 48 годин для забезпечення достовірних результатів. Загальна тривалість витримування становила 120 годин.

Після завершення періоду витримування було створено чотири групи по 237 екземплярів кожна, розділені відповідно до умов вирощування та типу корму:

Групи 1 та 2: Бетонні басейни розміром 3x4x1,5 м.

Групи 3 та 4: Земляні стави площею 100 м² та середньою глибиною 1,5 м.

Відповідно, одній групі риб, що перебувала у басейнах, та одній групі, що перебувала у ставах, в раціон були додані тонучі корми, тоді як інші дві групи отримували плаваючі корми.

Для годівлі використовували корми торгової марки «Aller Aqua» двох типів:

Плаваючий корм: «Aller Aqua Primo Float» (протеїн 37%, жир 12%) [110].

Тонучий корм: «Aller Aqua Master» (протеїн 35%, жир 9%) [111].

Добовий раціон складався відповідно до загальноприйнятої методики. Початковий розмір гранул складав 2-3 мм, з поступовим збільшенням враховуючи середню масу риб та рекомендації виробника [25]. Годівлю проводили 2-3 рази на день залежно від температури води [26]. Корм вносили по мірі споживання, а контроль за прийомом здійснювали на кормових місцях.

Для збору даних щодо рибницько-біологічних показників та оцінки іхтіопатологічного стану, контрольні лови проводилися щонайменше раз на 15 днів. Маса кожної риби вимірювалась з точністю до 1 грама за допомогою лабораторних ваг моделі ТЕВ-0,3-0,005 (Харків, 2021 р.). Щоденно вимірювали температуру води та вміст кисню за допомогою термооксиметру «AZ-86021 DO». Контроль за гідрохімічними показниками (рН; NH_4^+ ; NO_3^- та ін.) здійснювали щотижня за загально прийнятими методиками [113]. У разі необхідності здійснювали збільшення водообміну у басейнах. Постачання води забезпечувалося з водойми-накопичувача.

Протягом вегетаційного сезону вміст розчиненого у воді кисню відповідав оптимальним концентраціям для кларієвого сома, що обумовлено невибагливістю цього виду до даного показника та його здатністю використовувати атмосферне повітря [115].

Третій дослід: Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

Метою цього дослідження було встановлення критично мінімальних температур та тривалості їх впливу на африканського кларієвого сома, щоб

оцінити період, протягом якого риба може перебувати у таких умовах без негативних наслідків.

Експеримент проводився у дослідному центрі аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України. Було підготовлено три акваріуми об'ємом 100 літрів кожен. Рибопосадковий матеріал було розділено на три дослідні групи залежно від їх середньої маси:

Група № 1: середня маса 500 г

Група № 2: середня маса 400 г

Група № 3: середня маса 300 г

Для експерименту використовували 21 екземпляр африканського сома, по 7 екземплярів у кожному акваріумі. Регулювання температури води здійснювалося шляхом заміни води, щоб зменшити вплив стресу на рибу.

Процес експозиції:

Температуру води знижували поступово за допомогою водопідміни. Процес експозиції тривав до моменту, коли виникала підозра, що риба може постраждати, або коли поведінка риби стабілізувалася. Якість води підтримувалась в межах прийнятних стандартів завдяки водозаміні та систематичному очищенню фільтрів.

Етапи дослідження:

Дослід № 1: Аналіз поведінкової реакції сома на зниження температури води до 20, 18, 16, 14 та 12 °С. Кожна група була піддана поетапному зниженню температури на 2 °С, що сформувало 5 етапів дослідження. Метою було виявлення реакції організму сома на падіння температури та визначення летальних наслідків.

Дослід № 2: Вивчення реакції сома на зниження температури води до 10 °С при 21 °С температурі повітря у приміщенні. Дослід завершувався у разі виникнення летальних наслідків.

Дослід № 3: Вивчення впливу зниження температури води до 10 °С на відкритому просторі при температурі повітря 8 °С. Дослід передбачав аналіз наслідків, включаючи можливі летальні наслідки.

Дослід № 4: Зниження температури води до 10 °С досліджувалося просто неба при температурі повітря -6 °С. Як і в інших дослідах, метою було виявлення летальних наслідків та аналіз поведінкової реакції сома на зміни температурних умов.

Збір даних. Усі дані збиралися протягом експерименту, включаючи контроль за поведінковими реакціями риб, вимірювання температури води та повітря, а також фіксацію летальних наслідків. Якість води контролювалась за допомогою стандартних методик.

У маніпуляціях з біологічним матеріалом використовували рибницький інвентар і лабораторне приладдя: сачки і невід для вилову та емальовані кювети для зважування риби.

Придатність якості води у басейнах та ставах для вирощування кларієвого сома порівнювалась з нормативами рибогосподарських підприємств [115].

Збір даних для аналізу природної кормової бази ставів здійснювали відповідно до методів, що використовуються у гідробіологічних дослідженнях [26]. Аналіз якісного складу гідробіонтів здійснювали з використанням загальноприйнятих методик [119].

Щоб визначити темп росту риб, ми використовували методи зважування та проведення лінійних вимірів. Відносні показники швидкості росту розраховували відповідно до методології І. І. Шмальгаузена. Для оцінки темпу росту риби в даному дослідженні використовували абсолютний, відносний та добовий приріст, обчислені за наступними формулами: [99]:

$$\text{Абсолютний приріст маси: } R = P_n - P_o, \text{ г; (1)}$$

де: P_n — кінцева середня маса тіла, г;

P_o — початкова середня маса тіла, г.

$$\text{Середній добовий абсолютний приріст: } C = R / t, \text{ г; (2)}$$

де: R — абсолютний середній приріст, г;

t — тривалість періоду вирощування, діб.

$$\text{Відносний приріст: } R\% = R / (P_n + P_o) / 2 * 100\%, \text{ \%; (3)}$$

де: R — абсолютний середній приріст, г;

P_n — кінцева середня маса тіла, г;

P_o — початкова середня маса тіла, г.

Рибопродуктивність визначалася як різниця між масою риби, отриманої під час обловів, і масою посадкового матеріалу, розрахованою на одиницю площі водного об'єкту за формулою: [10].

$$П = (M_2 - M_1) / S, (4)$$

де: П – рибопродуктивність (кг/га);

M_2 – маса рибопродукції (кг);

M_1 – маса посадкового матеріалу (кг);

S – площа ставу (га).

Застосовуючи загальноприйняті у рибогосподарських дослідженнях формули, розраховували: середню масу риби, рівень виживаності, рибопродукцію та інші рибницько-біологічні показники [113].

Роботи з дослідними тваринами виконували згідно правил біоетики із дотриманням Європейської Конвенції «Про гуманне ставлення до лабораторних тварин», «Загальних принципів експериментів на тваринах» та відповідно до «Положення про використання тварин в біомедичних експериментах» [117, 118].

Аналіз числових даних експерименту проводився за допомогою статистичних методів, широко застосовуваних у галузі тваринництва [120], з використанням програмних продуктів, таких як Microsoft Excel та SPSS Statistics, для обробки даних, проведення кореляційного та регресійного аналізу. Це дозволило виявити значущість взаємозв'язків між параметрами вирощування та біологічними характеристиками риби.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) є одним з видів, що вирощуються в Україні, зокрема в індустріальних аквакультурних господарствах. Особливо це стосується рециркуляційних аквакультурних систем. У зв'язку з кліматичними особливостями території України, вирощування цього виду в ставках протягом усього року неможливе. Однак протягом вегетаційного періоду є всі підстави вважати, що можна успішно вирощувати рибу до товарної маси. У цей період температура води наближається до оптимального показника для африканського сома – 24 °С, що сприяє задовільному росту і інтенсивному живленню риби.

Застосування комбінованого методу вирощування африканського сома має потенціал для зменшення витрат на електроенергію, оскільки виключає необхідність обігріву та перекачування води. Крім того, цей підхід може позитивно позначитися на якості рибної продукції, оскільки дозволяє підрощувати товарну рибу в ставках при меншій щільності посадки, порівняно з рециркуляційними системами аквакультури.

3.1. Особливості загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) для вирощування у природніх умовах півночі України

Метою досліджень було вивчення можливості підвищити виживаність африканського сома, який буде вирощуватися у природніх водоймах півночі України.

Дослідження проводили з 06 червня по 12 серпня 2023 року в дослідному центрі технологій аквакультури НУБіП України та на базі ННВЛ рибництва. Дослід проводився в два етапи.

На першому етапі в акваріумних умовах спостерігали за ростом молоді при різних температурних режимах. Використовували три акваріуми: один для контрольної групи, де температура води підтримувалася на оптимальному рівні 28-30 °С, і два для експериментальних груп, де риб піддавали стресовим умовам з температурою води від 20 до 27 °С та обмеженим водообміном.

У досліді використано 150 екземплярів рибопосадкового матеріалу кларієвого сома з середньою масою $0,4 \text{ г} \pm 0,2 \text{ г}$. Після рівномірного розподілу (рис. 3.1 та 3.2) за масою, $20 \pm 0,4 \text{ г}$ на один дослідний акваріум, молодь підрощувалась в трьох акваріумах протягом 15 діб. Після цього було проведено перше контрольне зважування, за результатами якого отримали дані наведені в таблиці 3.1.



Рис. 3.1 та 3.2 Сортуння рибопосадкового матеріалу перед початком досліді

Згідно з таблицею 3.1, вирощування африканського сома за оптимальних температур сприяє більшому приросту маси, але водночас призводить до вищого рівня смертності. На основі спостережень за дослідними групами встановлено, що понад 90% втрат зумовлені канібалізмом.

Таблиця 3.1

Рибоводні результати підрощування африканського сома(15 діб)

Показники	Акваріум №1 (контроль)	Акваріум № 2	Акваріум № 3
Дослідна група, №	1	2	3
Діапазон температур Підрощування, °С	28 - 30	20 - 27	20 - 27

Посаджено, екз.	50	50	50
Середня маса, г M ± m CV, %	0,4 ± 0,21 52,5	0,4 ± 0,23 57,5	0,4 ± 0,20 50
Виловлено, екз.	36	45	43
Середня маса підрослого малька, г, M ± m CV, %	1,88 ± 0,56* 29,79	1,31 ± 0,36* 27,48	0,96 ± 0,24* 25
Вихід з вирощування, %	72	90	86
Загальна маса виловленої риби, г	67,03	58,8	41,4
Рибопродукція г/л	0,6703	0,588	0,414

Примітка:* Достовірність різниці середніх величин за середньою масою між контрольною та дослідними групами (1 та 2; 1 та 3) за t-критерієм Стьюдента перевищує $p \geq 0,05$

Друге контрольне зважування було проведене в кінці першого етапу досліду, 07 липня, і його результати наведені у таблиці 3.2. За результатами першого етапу досліду, можна зауважити, що підросання при оптимальних температурах сприяє стабільному набору маси та росту малька сома. Незважаючи на суттєві втрати, що були зафіксовані в порівнянні з групами 2 та 3, група 1, що перебувала у оптимальних умовах, все ж має найвищий рівень рибопродукції.

Таблиця 3.2

**Рибоводні результати вирощування рибопосадкового матеріалу
африканського сома на першому етапі досліджень**

Показники	Акваріум №1 (контроль)	Акваріум № 2	Акваріум № 3
Дослідна група, №	1	2	3
Діапазон температур підросання, °C	28 - 30	20 - 27	20 - 27
Посаджено, екз.	50	50	50

Середня маса, г M ± m CV, %	0,4 ± 0,21 52,5	0,4 ± 0,23 57,5	0,4 ± 0,20 50
Виловлено, екз.	32	35	38
Середня маса підроще- ного малька, г, M ± m CV, %	17,64 ± 10,780* 61,10	10,07 ± 6,740* 66,94	7,43 ± 4,620* 62,17
Вихід з вирощування, %	64	70	76
Загальна маса виловленої риби, г	564,4	352,4	282,4
Рибопродукція, г/л	5,644	3,524	2,824

Примітка: * Достовірність різниці середніх величин за середньою масою між контрольною та дослідними групами (1 та 2; 1 та 3) за t-критерієм Стьюдента перевищує $p \geq 0,05$

У результаті застосування, на дослідних групах 2 та 3 температурних коливань з метою загартування рибопосадкового матеріалу до вирощування у не стабільних кліматичних умовах півночі України (рис. 3.3). Ми мали змогу фіксувати значне відставання дослідних груп від контрольної, яка вирощувалася в оптимальних температурних умовах, за загальною масою вирощеної риби. Таким чином, може скластися думка, що таке загартування не є ефективним. Але отримані показники виживаності африканського сома в дослідних групах (70-76%) на відміну від контролю (64%) свідчать про доцільність застосування даного методу для збільшення відсотку виходу рибопосадкового матеріалу.

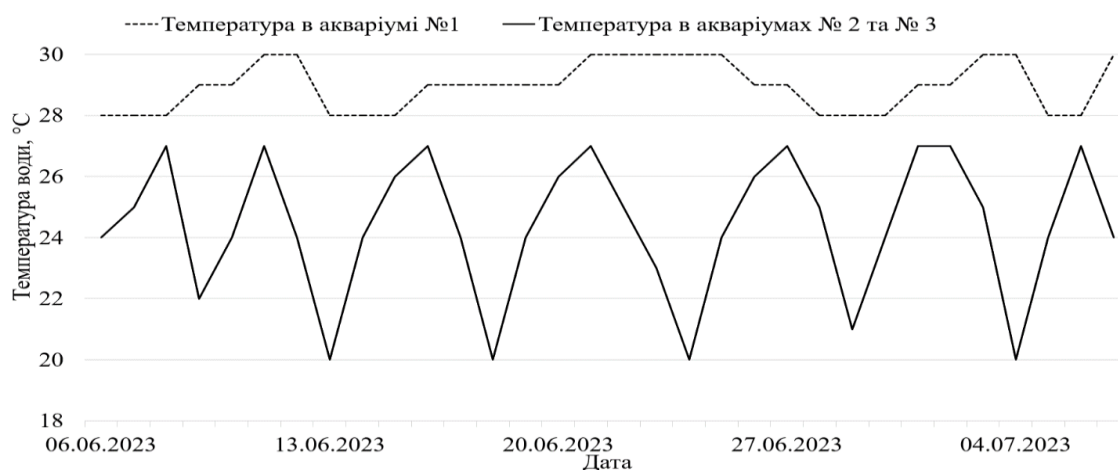


Рис. 3.3 Температурні коливання води під час першого етапу експерименту

На другому етапі дослідження три експериментальні групи були пересаджені у два бетонні басейни розміром 3x4x1,5 м, кожен з яких був поділений сітчастою перегородкою навпіл. Площа одної такої секції складала 6 м². Водопостачання забезпечувалось самопливом з водойми накопичувача, регулювання гідрохімічних показників забезпечувалось за рахунок пришвидшення водообміну. Другий етап тривав з 07 липня по 12 серпня 2023 року, а після його завершення також було проведено контрольне зважування та підрахунок втрат.

Фінальні результати дослідження наведені у таблиці 3.3. Під час проведення другого етапу дослідження спостерігалось різке коливання температури повітря. Температура повітря різко знижувалася, досягаючи 14 °С вночі, водночас температура води мала більш плавні коливання (зафіксовано 16 – 27 °С).

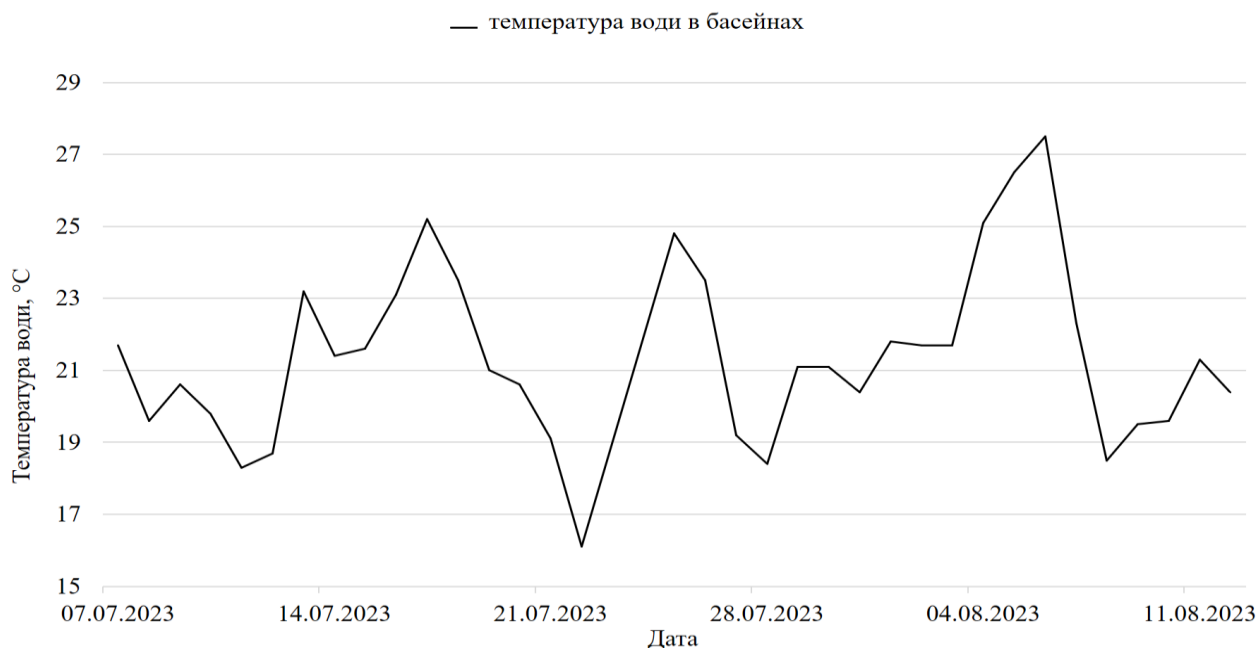


Рис. 3.4 Температурні коливання води зафіксовані під час проведення другого етапу експерименту.

Даний графік демонструє нестабільність температури води в літній період на півночі України (рис. 3.4). Ми також можемо побачити підтвердження

ефективності застосування методу температурних коливань для загартування африканського сома до кліматичних умов даної місцевості. Дослідні групи успішно росли протягом другого етапу експерименту, що принесло кращі результати, ніж у контрольній групі.

За показником виживаності на другому етапі, дослідні групи показали 100% не зважаючи на досить різкий стрибок температури води в другій половині липня. Це призвело до втрат в контрольній групі, що суттєво вплинуло на її показники рибопродукції.

Таблиця 3.3

Рибоводні результати другого етапу досліду

Показники	Басейн №1, секція А (контроль)	Басейн № 2, секція А	Басейн № 2, секція Б
Дослідна група, №	1	2	3
Діапазон температур Підрощування, °С	17-25	17-25	17-25
Посаджено, екз.	32	35	38
Середня маса, г M ± m CV, %	17,64 ± 10,780* 61,10	10,07 ± 6,740* 66,94	7,43 ± 4,620* 62,17
Виловлено, екз.	25	35	38
Середня маса підрощеного малька, г, M ± m CV, %	63,79 ± 31,671* 49,65	44,41 ± 32,051* 72,17	47,63 ± 19,962* 41,91
Вихід з вирощування, %	78,125	100	100
Загальна маса виловленої риби, г	1164,1	1554,5	1809,9
Рибопродукція, г/м ²	194,02	259,08	301,65

Примітка *- Достовірність різниці середніх величин за середньою масою між контрольною та дослідними групами (1 та 2; 1 та 3) за t-критерієм Стьюдента перевищує $p \geq 0,05$

У результаті аналізу зібраних даних було встановлено, що коливання температури води стали причиною втрат у першій дослідній групі на другому етапі експерименту. Протягом цього періоду рівень розчиненого у воді кисню

знаходився в діапазоні 5,0 – 5,6 мгО₂/дм³. Гідрохімічні показники залишалися в межах допустимих норм, що підтверджує вплив тільки температурних змін на результати експерименту.

Отже, результати дослідження підтверджують, що оптимальні температури позитивно впливають на ріст та швидкий набір маси малька кларієвого сома, що свідчить про ефективність використання технологій вирощування у РАС.

Однак, для товарного вирощування у ставових умовах півночі України, доцільно враховувати температурні умови місцевості. Підрощування рибопосадкового матеріалу в умовах, близьких до місцевого клімату, дозволить уникнути значних втрат риби при зниженні температури, що забезпечить стабільність рибопродуктивності ставків. Також, в результаті дослідження було встановлено, що підрощування малька при температурі від 20 до 24 °С зменшує рівень канібалізму кларієвого сома на 6 – 10%. Тому, рекомендується підрощування рибопосадкового матеріалу кларієвого сома за температури на 4 – 6 °С нижче оптимальних, що сприятиме збереженню його виживаності під час подальшого вирощування в ставах на півночі України.

3.2. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму водойм Полісся України

Метою проведених досліджень було встановлення можливості вирощування африканського кларієвого сома у ставах та басейнах за температури води, характерної для Полісся України протягом вегетаційного сезону. Особлива увага була приділена порівнянню ефективності вирощування у бетонних басейнах та земляних ставах. Також, проводилося порівняння ефективності використання плаваючих та тонучих комбікормів у зазначених ставах та басейнах.

Дослідження проводили протягом вегетаційного сезону на базі ННВЛ рибництва Національного університету біоресурсів і природокористування України, розташованої у смт Немішаєве, Бучанського району, Київської області.

У досліді використовувався посадковий матеріал африканського кларієвого сома індустріального походження, придбаний на вітчизняному господарстві, де для вирощування використовується рециркуляційні аквакультурні системи. Всього було придбано 1109 екземплярів, середня індивідуальна маса яких складала $6,3 \text{ г} \pm 0,5 \text{ г}$.

Протягом вегетаційного сезону вміст розчиненого у воді кисню відповідав оптимальним концентраціям для кларієвого сома [116]. Цей факт обумовлений невибагливістю цього виду до даного показника та його здатністю використовувати атмосферне повітря.

Загалом, упродовж періоду експерименту показники розчиненого у воді кисню знаходилися в межах $5,0 - 7,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ у басейнах та $6,5 - 8,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ у ставах (рис. 3.5).

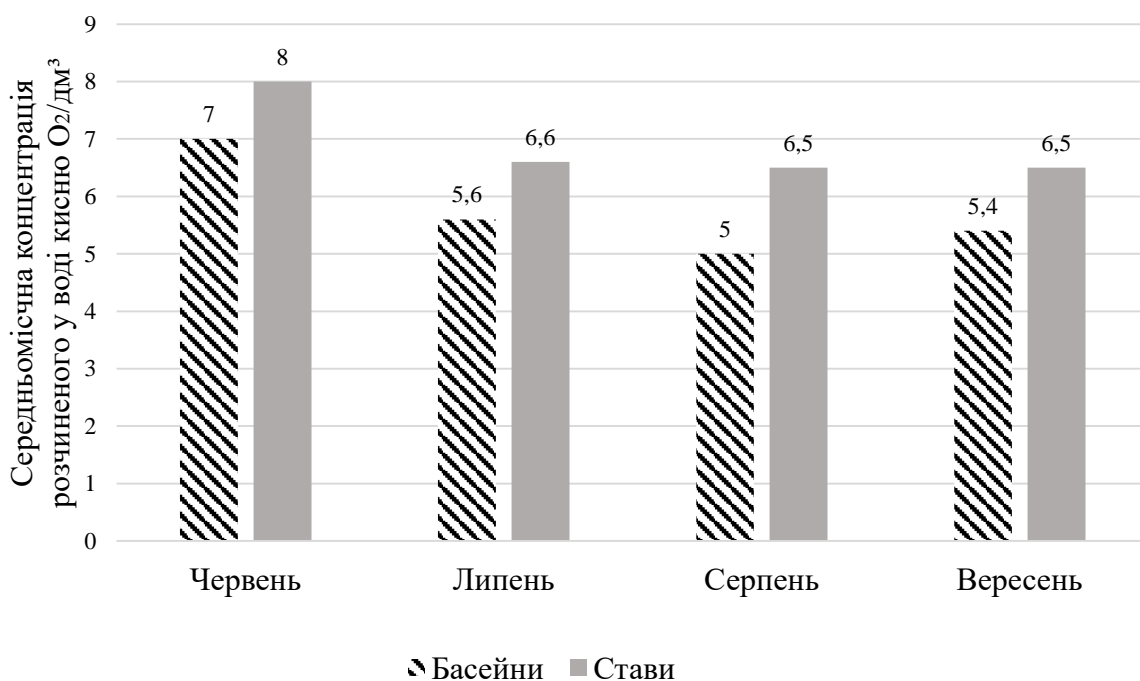


Рис. 3.5 Динаміка вмісту розчиненого у воді кисню в басейнах та ставах протягом вегетаційного періоду

Також, під час дослідження було проведено оцінку основних гідрохімічних показників, які могли вплинути на процес вирощування африканського сома в ставах та басейнах, результати якої наведені у таблиці 3.4.

З метою порівняння наведені, нормативні значення для корошових господарств, адже в Україні немає даних по ставовому вирощуванню африканського сома, тому як приклад взяті дані корошових ставових господарств як самих поширених.

Також, зафіксовані під час дослідження гідрохімічні показники були, в основному, в межах допустимих норм для корошових господарств [115].

Таблиця 3.4

**Основні гідрохімічні показники басейнів та ставів протягом
вегетаційного періоду**

показники якості води	басейни min-max	стави min- max	Нормативні значення для корошових господарств
водневий показник, рН	7,0 – 7,6	7,4-7,9	6,5 – 8,5
амонійний азот, NH ₄ ⁺ , мг N/дм ³	0,5 – 2,0	0,2 – 0,5	2,0
нітри, NO ₂ ⁻ , мг N/дм ³	0,09 – 2,00	0,05-0,18	0,1
нітрати, NO ₃ ⁻ , мг N/дм ³	0,26 – 1,86	0,25 – 1,47	≤ 2,0
вільний аміак, NH ₃ , мгN/дм ³	0,005-0,050	0,003-0,05	0,05
фосфати, PO ₄ ³⁻ , мг P/дм ³	0,11-0,34	0,15-0,38	0,7
загальне залізо, Fe ²⁺ + Fe ³⁺ , мг Fe/дм ³	0,37-0,61	0,57-0,87	1,0
хлориди, Cl ⁻ , мг/дм ³	23,7-45,2	30,8-48,8	50,0-70,0
Сульфати, SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	28,9-35,8	42,0-52,2	50,0-70,0

У разі підвищення гідрохімічних показників вище нормативних значень, для їх стабілізації застосовували (у басейнах) прискорення водообміну.

Водопостачання забезпечувалося поверхневими водами з водойми накопичувача.

У дослідних групах, розміщених в басейнах та ставах, активність споживання тонучих та плаваючих кормів вірогідно не відрізнялась між собою. Незалежно від місця вирощування (басейни або стави), усі групи кларієвого сома активно споживали як плаваючий «Aller Aqua Primo Float»[110], так і тонучий «Aller Aqua Master» корми [111].

Середня маса особин, які споживали корм з низьким ступенем плавучості (тонучий), була вищою, ніж у особин, які споживали корм з високим ступенем плавучості (плаваючий). Наприклад, у дослідних групах, які вирощувалися в басейнах, середня маса особин перевищувала цей показник в особин, що споживали тонучий корм, лише на 0,8%. У той же час, в особин, які вирощувалися в ставах, середня маса риб, яка споживала тонучий корм, була більшою на 4,8%.

Отже, можна зробити висновок, що використання тонучих кормів під час вирощування молоді кларієвого сома в умовах Полісся України є більш ефективним, ніж застосування плаваючого корму.

За середніми значеннями маси особин, вирощених у ставах, зафіксовано перевагу порівняно з тими, які були вирощені у басейнах (див. табл. 3.5). На нашу думку, це можливо пояснити наявністю природної кормової бази у ставках, яка слугувала додатковим джерелом поживних речовин для африканського сома. Так як африканський сом хижак то в земляних ставах міг вільно полювати на личинки бабок, комарів, хірономід, а більш крупні особини за малими жабами.

Особини кларієвого сома, які були вирощені у ставах, показали на 14,98% менший рівень виживаності порівняно з тими, які були вирощені у басейнах. Зокрема, в басейнах у дослідній групі, яка отримувала тонучі корми, рівень виживаності становив 73,84%. У той же час, коли застосовувався басейновий метод вирощування з годівлею плаваючим кормом, рівень виживаності становив

75,95%. У ставах рівень виживаності склав 66,25% для дослідної групи, яка отримувала тонучі корми, та 53,59% для дослідної групи, що споживала плаваючі корми. Згідно з результатами попередніх досліджень, можна зробити висновок, що вищий рівень контролю умов вирощування у басейнах безпосередньо пов'язаний із вищим рівнем виживаності риби. Це може бути пояснено тим, що під час вирощування у ставових умовах можливі напади хижаків, зокрема рибоїдних птахів.

Всього за 86 діб вирощування кларієвого сома в умовах природного температурного режиму водойм Полісся України було отримано загальну вагу риби в 91,58 кг.

Таблиця 3.5

Результати вирощування африканського сома за природнього температурного режиму водойм Полісся України

дослідна група	басейн №1	басейн №2	став №1	став №2
посаджено екз.	237	237	237	237
середня маса, г M ± m CV, %	6,3 ± 0,51 8,10	6,3 ± 0,50 7,94	6,3 ± 0,51 8,10	6,3 ± 0,52 8,25
виловлено екз.	180	175	127	157
середня маса вирощеної риби г, M ± m CV, %	127,02± 17,012* 13,39	128,30± 15,011** 11,70	158,05± 15,020 * 9,50	166,05± 14,112** 8,50
вихід з вирощування, %	75,95	73,84	53,59	66,25
загальна маса виплощеної риби, кг	22,86	22,58	20,07	26,07
рибопродукція кг/м ²	1,91	1,88	0,20	0,26

Примітка: Достовірність різниці середніх величин за середньою масою між: *-басейном №1 та ставом №1, а також **- басейном №2 та ставом №2 за t-критерієм Стьюдента перевищує $p \geq 0,01$.

За застосування басейнового методу та годівлі плаваючим кормом вдалося отримати 22,86 кг, а за використання басейнового методу та годівлі тонучим

кормом – 22,58 кг. У ставах за час дослідів та годівлі плаваючим кормом було отримано 20,07 кг, а за годівлі тонучим кормом – 26,07 кг.

Результати проведеного дослідження вказують на значний вплив коливань середньодобових температур води на приріст маси африканського сома. Нестабільність середньодобової температури води з різкими змінами значно знижувала темп росту риби. Середньодобові температури суттєво залежать від захмареності неба, кількості опадів, вітрових умов та проходження атмосферних фронтів. На графіку подані дні з характерними значними та незначними середньодобовими коливаннями температури води (рис. 3.6).

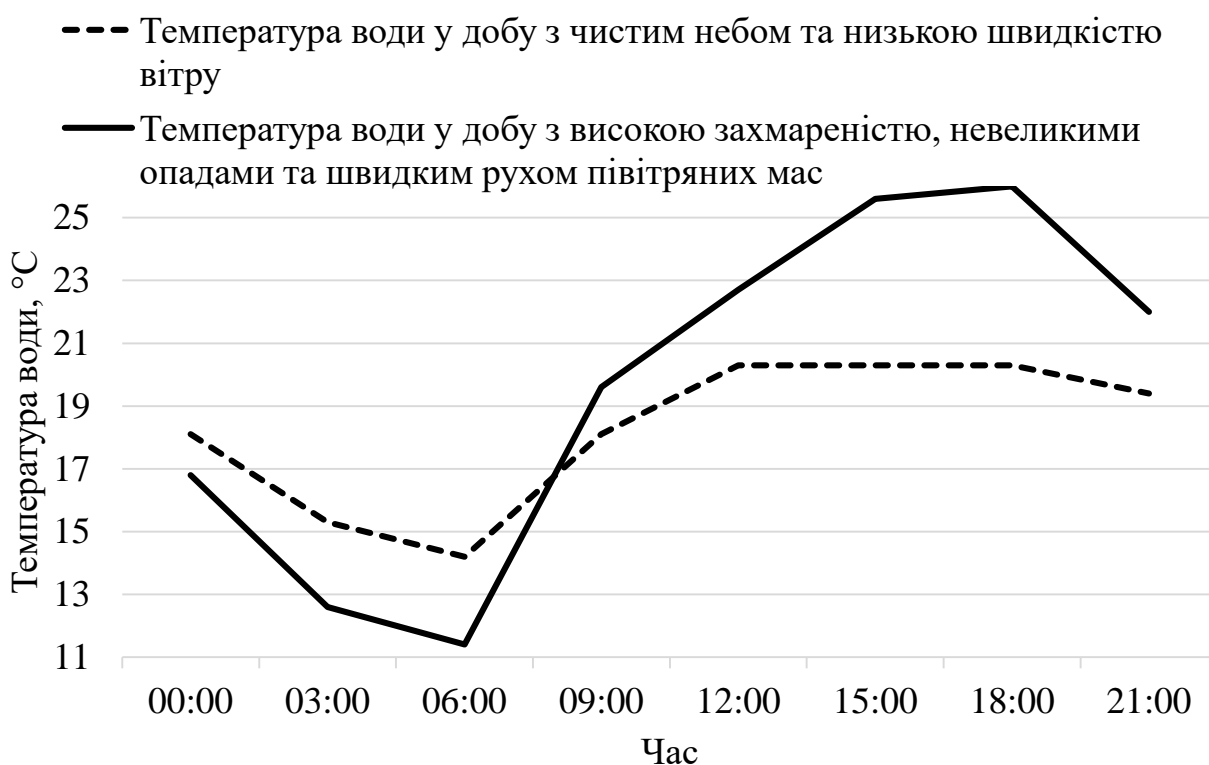


Рис. 3.6 Температурні коливання води протягом доби за різних метеорологічних умов у Київській області

Ефективність реалізації потенціалу росту кларієвого сома найбільш чітко проявлялася при досягненні температури води 22 °C та вище, яка була зафіксована у другій половині липня.

Найвищі значення швидкості приросту маси риби зафіксовані у другій половині серпня (рис. 3.7), коли середньодобові температурні показники були максимально наближені до оптимальних для африканського сома (24 °С).

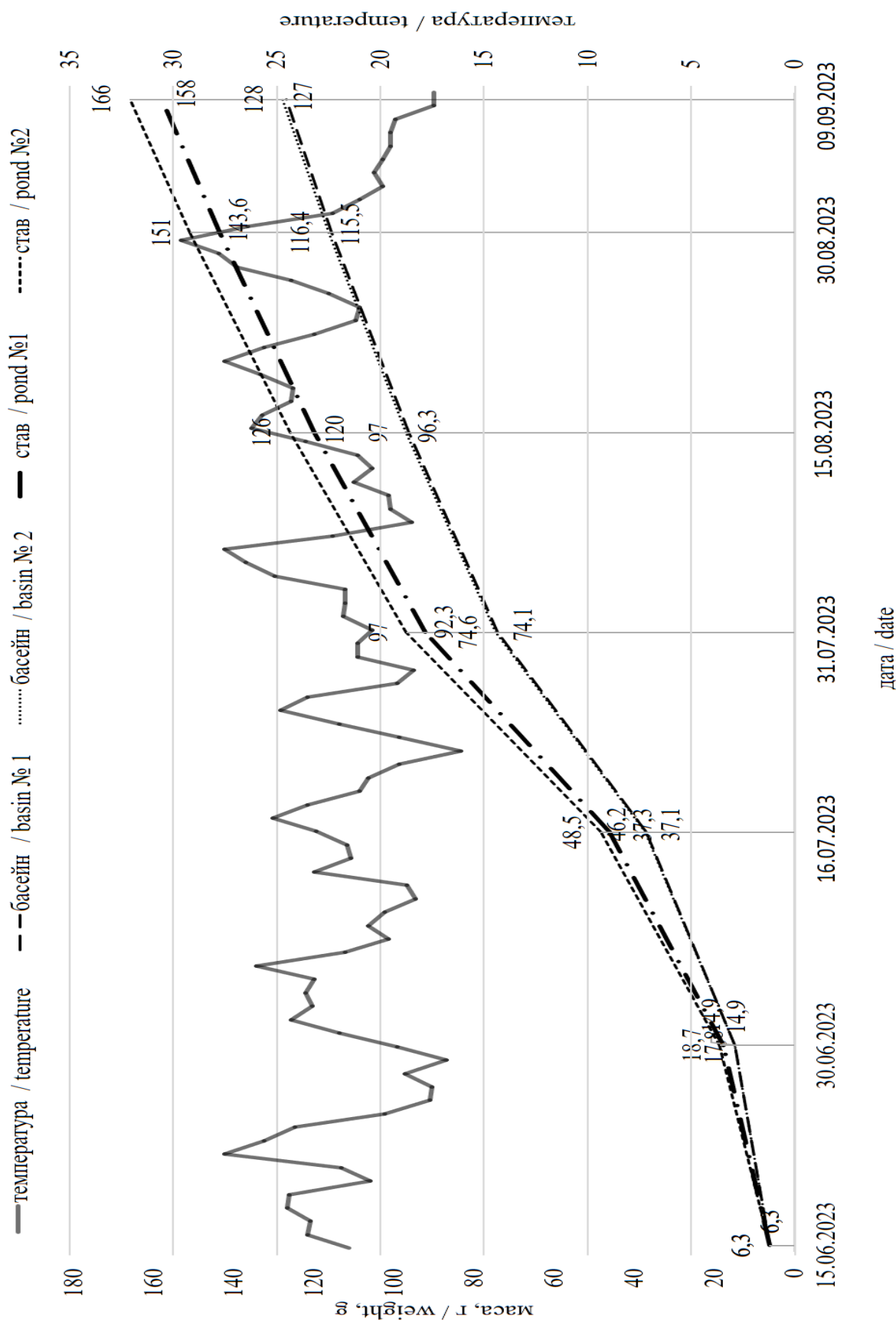


Рис. 3.7 Ріст африканського сома та коливання середньодобової температури води

Середньомісячні температурні значення води для різних місяців були наступними: у червні – 23,1 °С, у липні – 21,5 °С, у серпні – 23,7 °С, у вересні – 19,4 °С.

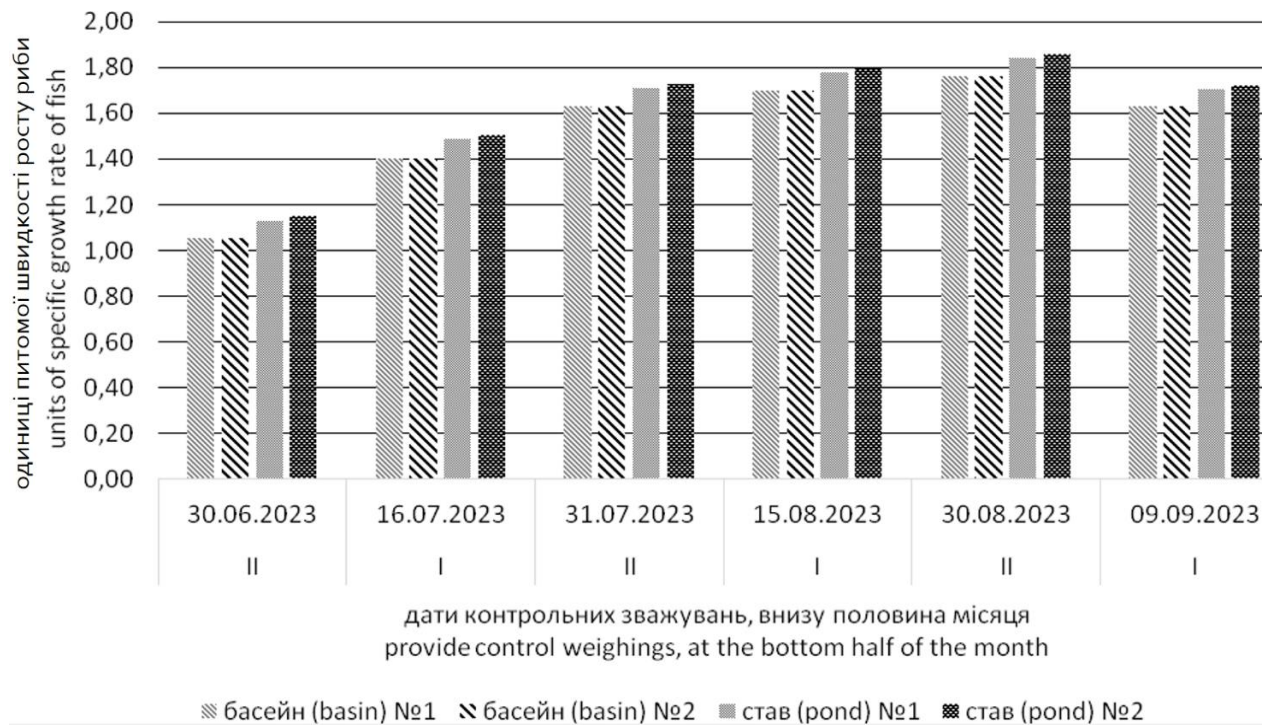


Рис. 3.8 .Питома швидкість росту риби за І. І. Шмальгаузенем

Застосування формули І. І. Шмальгаузена для розрахунку відносної питомої швидкості росту риби підтвердило, що навіть значні коливання температури води не перешкоджають ефективному вирощуванню кларієвого сома.

На підставі зібраних даних можна зробити висновок, що кларієвого сома (молодь) можна успішно вирощувати в умовах температурного режиму водойм Полісся України. Найбільш оптимальний період для цього буде, коли середньодобові температури води наближаються до 24 °С та вище, що вважається оптимальним для цього виду риб. Проте, на кінець вегетаційного сезону відзначатиметься зниження питомої швидкості приросту маси, що пов'язане зі зниженням температури води.

Отже, враховуючи середньомісячні температурні показники води у діапазоні від 19,4 до 23,7 °С, можна зробити висновок, що африканського сома можна успішно вирощувати у ставах та басейнах. При використанні плаваючих та тонучих кормів, очікуючи отримання посадкового матеріалу з приблизною масою від 110 до 144 г у басейнах і від 143 до 180 г у ставах.

3.3. Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

Метою проведених досліджень було встановлення критично мінімальних температур та тривалості їх впливу на африканського кларієвого сома, щоб оцінити період, протягом якого риба може перебувати у таких умовах без негативних наслідків.

Експеримент проводився у навчальній лабораторії технологій в аквакультури Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для цього було підготовлено три акваріуми об'ємом 100 літрів кожен.

Для експерименту було використано 21 екземпляр африканського сома, по 7 екземплярів у кожному акваріумі. Регулювання температури води здійснювалося шляхом заміни води. Зниження температури проводилося поступово, щоб зменшити вплив стресу на рибу, а саме, температуру води знижували плавно за допомогою водопідміни. Процес експозиції тривав до моменту, коли виникала підозра, що риба може постраждати, або було зрозуміло, що поведінка риби стабілізувалася. Якість води регулярно підтримувалась і контролювалася в межах прийнятних стандартів [20], завдяки водозміні та систематичному очищенню фільтрів.

В рамках першого експерименту було проведено вивчення впливу поступового зниження температури води на поведінку кларієвого сома. Температура води знижувалася від 20 °С до 12 °С з кроком у 2 °С через п'ять послідовних етапів. Основна мета експерименту полягала у визначенні виживаності риби та її реакції на стресові умови.

Другий експеримент зосереджений на аналізі реакції кларієвого сома на зниження температури води до 10 °С в контрольованих умовах приміщення з

температурою повітря 21 °С. Експеримент припинявся у випадку фіксації летальних наслідків.

Третій експеримент оцінював вплив зниження температури води до 10 °С на поведінку риби в умовах зовнішнього середовища з температурою повітря 8°С. Цей експеримент також включав аналіз можливих летальних наслідків.

У четвертому експерименті досліджувалася реакція кларієвого сома на екстремально низькі температури повітря, які досягали -6 °С. Експеримент проводився на відкритому повітрі, де вимірювали поведінкові реакції та фіксували можливі летальні випадки, спричинені зниженням температури води до 10 °С.

Результати всіх п'яти етапів досліду № 1 представлені у таблиці 3.6. Оскільки реакція усіх трьох дослідних груп була майже ідентичною, було прийнято рішення не розглядати кожену групу окремо, а замість цього узагальнити результати в одну таблицю. Такий підхід дозволяє ефективно показати загальні тенденції та відмінності між групами, спрощуючи аналіз та висновки на основі дослідження.

Таблиця 3.6

Поведінка риби у трьох дослідних групах досліду № 1

Етапи досліду	Температура води °С	Час експозиції	Поведінкова реакція
1	20	48 годин	- повністю звикає до температури; - споживає корм не гірше ніж при оптимальній температурі (рис 3.9).
2	18	48 годин	- За 2 доби повністю звикає до температури; - не суттєво погіршилась швидкість споживання корму.

3	16	48 годин	- повністю звикає до температури, поїдання корму спостерігається, але норму не з'їдають; - спостерігається пригнічення рухливості; - можливе утримання за такої температури з годівлею, але потребує додаткових досліджень;
4	14	36 годин	- соми активно реагують на подразники, хоч весь інший час малорухомі збиті в кутку акваріума, іноді завалюються на бік; - мінімально, але споживають корм;
5	12	2 год 30 хв	- поведінка риби не відрізняється від стандартної;
		3 год	- поведінка риби нагадує вплив анестезії, але вона бадьоро реагує на подразнення;
		3 год 30 хв	- рухи риби при дії на неї подразником не такі плавні, чітко спостерігається вплив холодної води;
		4 год	- риба реагує на збудники схоже на те, що вона звикла до температури, але лежить на дні рухи мінімальні;
		7 год	- деякі екземпляри мляво споживають корм;
		24 години	- вподальшому без змін

У досліді № 1, етапи 4 та 5 були завершені раніше передбаченого. Це рішення було прийняте на основі спостережень за поведінкою риби, а також урахування неопублікованих даних з попередніх дослідів, що стосуються вирощування африканського кларієвого сома протягом вегетаційного періоду на півночі України. Досліду який тривав до 16 вересня і завершився загибеллю риби, при цьому були зафіксовані подібні поведінкові реакції та температура води на рівні 12 °С.

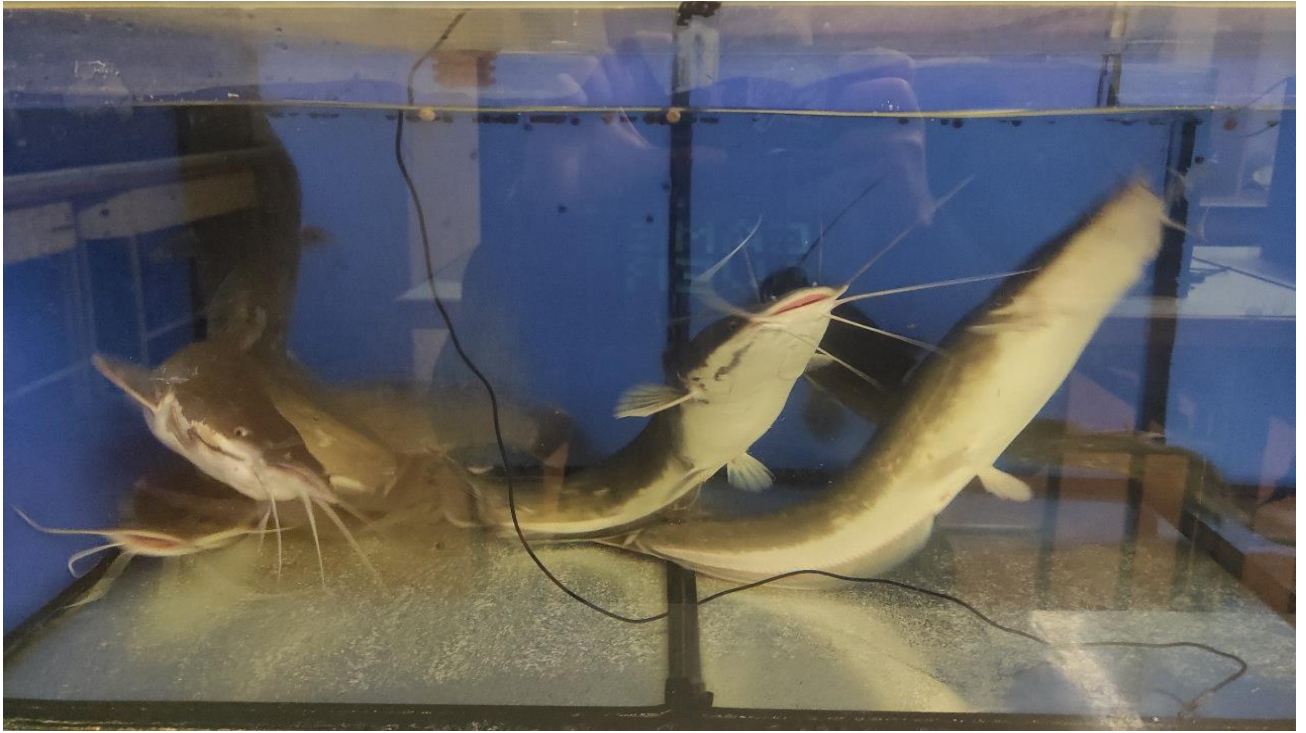


Рис. 3.9 Активне споживання корму африканським сомом при 20°C

У ході досліду було проведено спостереження за поведінкою африканського сома під впливом різних температур води. Результати досліду показали, що температура води має суттєвий вплив на активність та споживання корму цим видом риб. Зокрема, на оптимальній температурі води (20 °C) спостерігалось повне звикання сомів до середовища та активне споживання корму. При зниженні температури до 18 °C реакція риб на подразники не суттєво змінювалася, проте швидкість споживання корму не погіршувалася. Зменшення температури до 16 °C призводило до пригнічення рухливості риб та зниження споживання корму, хоча звикання до нових умов все ще спостерігалось. При температурі 14 °C спостерігалось збільшення пасивності риб та зменшення активності, але вони продовжували споживати корм у мінімальних обсягах. Зниження температури до 12 °C призводило до зміни поведінки риб, вони стають менш активними та реагують на подразники менш інтенсивно.

Під час проведення досліду № 2 який мав завершитись з першими летальними випадками в дослідних групах, були зібрані дані наведені в табл. 3.7.

Поведінка риби у трьох дослідних групах досліду № 2

Температура води °С	Час експозиції	Поведінкова реакція
10	1 година	Навіть при поступовому зниженні температури, риба реагує гостро, проявляючи симптоми дискомфорту: вона може смикатися, крутитися та залягати на дні акваріума.
	1 год 30 хв	Риба не реагує на збудники, її можна легко дістати з води;
	2 години	Риба млява, схоже на те що вона впала в стан анабіозу (прийнято рішення завершити утримання при 10 °С температури води);
Підвищення до 14	4 годин	Риба починає відновлювати активність;
14	3 години	Бадьоро споживає корм.

Після аналізу результатів, поданих у таблиці 3.6 після двох годин експозиції, було вирішено, що подальша експозиція не вплине на поведінкову реакцію. Проте, з метою подальшого дослідження температуру було підвищено до 14 °С, а результати цього етапу також були включені до таблиці 3.7. Спостереження за рибою тривали ще дві доби після завершення експерименту, проте втрат у дослідних групах, на яких проводився дослід № 2, не зафіксовано.

У дослідженні виявлено, що навіть тимчасове зниження температури води до 10 °С призводить до гострої реакції африканського сома. Риба проявляє симптоми дискомфорту, такі як смикання, крутіння та залягання на дні акваріума. Протягом 1 години 30 хвилин при цій температурі риба не реагує на збудники та стає доступною для вилучення з води. Після 2 годин експозиції при 10 °С риба стає млявою, що свідчить про можливий перехід у стан анабіозу. У зв'язку з цим приймається рішення завершити утримання риби при даній температурі. Після підвищення температури води до 14 °С протягом 4 годин риба починає відновлювати активність та бадьоро споживає корм.

Результати досліду № 3, який проводився в акваріумах просто неба при температурі повітря 8 °С, представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Поведінка риби з трьох дослідних груп досліду № 3

Температура води °С	Час експозиції	Поведінкова реакція
10	15 хв	Сом застига біля поверхні, (рис. 3.10 та 3.11);
	20 хв	Незважаючи на помірне пониження температури за 20 хв експозиції настав температурний шок;
	45 хв	Навіть при дії подразників, робить пару рухів і завмирає на дні;
	1 година	Мляво реагує на дотик;
	2 години	Риба не подає ознак життя (прийнято рішення завершити утримання при 10 °С температурі води);
Підвищення до 14	4 години	Риба починає відновлювати активність;
14	2 години	Риба повністю відновила життєдіяльність.

Після завершення основного етапу досліду № 3 було вирішено вжити заходів, аналогічних тим, які застосовувалися після завершення досліду № 2. Ці заходи були успішними, і риба відновила життєдіяльність.

При експозиції з температурою води 10 °С спостерігаються наступні поведінкові реакції. Протягом перших 15 хвилин сом застигає біля поверхні води. Проте вже через 20 хвилин, незважаючи на помірне пониження температури, відбувається температурний шок. Після 45 хвилин експозиції навіть при дії подразників риба робить лише декілька рухів і потім завмирає на дні акваріума. Протягом першої години експозиції сом мляво реагує на дотик, а після 2 годин експозиції не подає ознак життя, що вказує на можливий перехід у стан анабіозу. Під час підвищення температури води до 14 °С протягом 4 годин

риба починає відновлювати активність, а після 2 годин експозиції при цій температурі риба повністю відновлює життєдіяльність.



Рис. 3.10 та 3.11 Сом після 15 хв експозиції за температури 10°C

Результати досліду № 4, який також проводився просто неба при зниженні температури повітря до необхідного рівня (-6 °C), представлені у таблиці 3.9.

При експозиції за температури води 10 °C та температурі повітря -6 °C спостерігаються такі поведінкові реакції. Протягом перших 15 хвилин сом застигає біля поверхні води, а протягом наступних 30 хвилин реагує на різкі звуки, посмикуючись. Після 45 хвилин експозиції, навіть при дії подразників, робить лише декілька рухів і потім завмирає на дні акваріума. Протягом першої години експозиції не реагує на дотик і не рухається, а після 1 год 30 хвилин риба не подає ознак життя, що призводить до прийняття рішення про завершення утримання при 10 °C температурі води. Після підвищення температури води до 14 °C протягом 4 годин лише риба з групи № 3 незграбно рухалась, а риба з груп № 1 та № 2 загинула. Після 8 годин експозиції при температурі 14 °C загинула й риба з групи № 3.

Послідовна реакція риби у трьох дослідних групах досліду № 4

Температура води °С	Час експозиції	Поведінкова реакція
10	15 хв	Сом застига біля поверхні;
	30хв	Посмикується на різкі звуки;
	45 хв	Навіть при дії подразників, робить пару рухів і завмирає на дні;
	1 година	Не реагує на дотик, не рухається;
	1 год 30хв	Риба не подає ознак життя (прийнято рішення завершити утримання при 10 °С температурі води);
Підвищення до 14	4 години	Тільки риба групи № 3 незграбно рухалась; групи № 1 та № 2 загинули
14	8 години	Група № 3 теж загинула

Отже, можна зробити висновок, що вплив холодного повітря негативно впливає на африканського кларієвого сома, що призводить до повної загибелі риби без можливості її порятунку.

Інформація, отримана за допомогою досліду № 1, підтвердила здатність африканського кларієвого сома витримувати падіння температури води до 16 °С без втрат, а при тривалому впливі такої температури навіть пристосовуватись. Проте, ефективність вирощування за таких умов можуть визначити лише додаткові дослідження даного питання.

Також з досліду №1 впливає, що у випадку зниження температури до 14°С риба може протриматись півтори доби (табл. 3.6). Такий часовий проміжок є орієнтиром для рибовода у вирішенні даної проблеми. У випадку зниження температури до 12°С цей термін становить добу.

Пороговою температурою води для африканського сома є 12 °С. Досліди 2, 3 та 4 демонструють, що сом може витримати температуру води 10°С протягом двох годин, після чого йому потрібно забезпечити тепле середовище, якщо це можливо, хоча б на 4 °С вище. Досліди 2 та 3 також вказують на те, що сом здатний впадати в анабіоз під дією холодної температури води, а також те

що його можна вивести з цього стану помістивши в теплішу воду (14°C та вище). Висновки з дослідів 4 свідчать про негативний ефект впливу мінусових температур повітря: двогодинна експозиція на морозі призвела до загибелі усіх дослідних груп.

Також потрібно провести додаткові дослідження, щоб вивчити тривалість періоду, протягом якого сом може перебувати в стані анабіозу, його реакцію на температури в межах 11 – 12°C при експозиції тривалістю понад добу, а також визначити продуктивність утримання сома при температурі води 16°C.

3.4 Економічна ефективність вирощування африканського сома в ставах та басейнах протягом вегетаційного періоду.

Оцінку економічної ефективності різних методів вирощування та застосування різних видів кормів (плаваючого та тонучого) було проведено на основі детального аналізу витрат за період експериментального вирощування. Цей аналіз дозволив визначити собівартість 1 екземпляра та 1 кілограма вирощеного африканського сома у чотирьох дослідних групах.

Розрахунок проведено із використанням наступних вихідних даних:

1. Затрати на закупівлю рибопосадкового матеріалу склали 6 тис. грн.
2. Затрати на закупівлю кормів склали 5,2 тис. грн.
3. Затрат на електроенергію не було, адже вода до ставів та басейнів надходила самоплином.
4. затрати на обладнання та інвентар 0,8 тис грн.

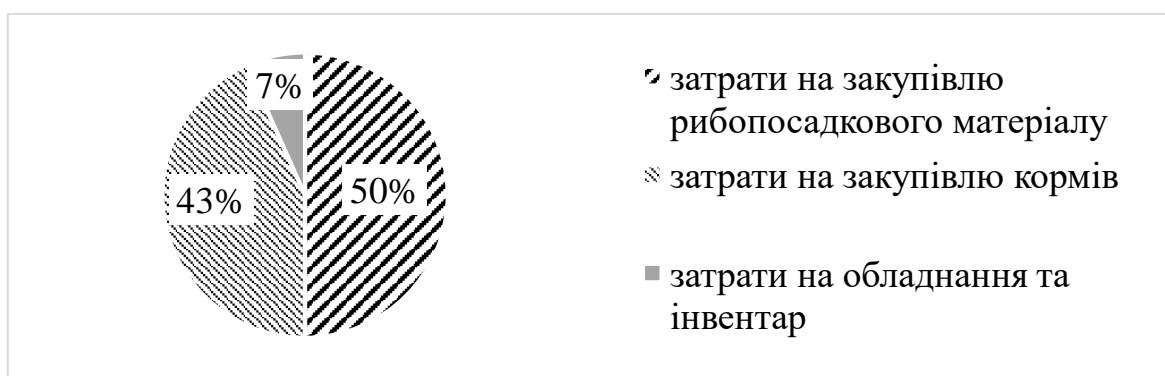


Рисунок 3.12 Розподіл затрат на вирощування.

Таким чином основу витрат складає закупівля рибопосадкового матеріалу та кормів для годівлі риби (див. рис. 3.12). Розрахунок собівартості продукції одержаної у результаті вирощування африканського сома протягом вегетаційного періоду в температурних умовах води притаманних Полісся України наведено в таблиці 3.10

Таблиця 3.10

Показники собівартості вирощування африканського сома за різними методами.

Метод вирощування	Кількість вирощеної риби, екз.	Загальна маса, кг	Середня маса, г	Загальні витрати, грн	Собівартість, грн	
					1 екз	1 кг
Басейн № 1	180	22,86	127,02	4 000	22,22	174,98
Басейн № 2	175	22,58	128,03	4 000	22,86	177,15
Став № 1	127	20,07	158,05	4 000	31,50	199,30
Став № 2	157	26,07	166,05	4 000	25,48	153,43
Всього	639	91,58	143,32	16 000	25,04	174,71

За отриманими даними можна зробити наступні висновки щодо економічної ефективності:

1. Собівартість на один екземпляр найнижча у вирощуванні в басейні з годівлею плаваючим кормом (22,22 грн/екз), що робить цей метод найбільш вигідним у порівнянні з іншими.

2. Найбільша собівартість на один екземпляр спостерігається у вирощуванні в ставу з годівлею плаваючим кормом (31,50 грн/екз), що робить цей метод найменш вигідним.

3. За собівартістю кілограма риби найефективнішим виявляється вирощування в ставу з годівлею тонучим кормом (153,43 грн/кг), а найменш ефективним – в ставу з годівлею плаваючим кормом (199,30 грн/кг).

Отже, якщо оцінювати економічну ефективність вирощування за собівартістю на один екземпляр, то метод в басейні з годівлею плаваючим кормом є найбільш перспективним. Але при оцінці ефективності за вартістю кілограма риби, найбільш ефективним виявляється метод в ставу з годівлею тонучим кормом.

РОЗДІЛ 4 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно з основними заходами, передбаченими в «Стратегії адаптації до зміни клімату сільського, лісового та рибного господарства України до 2030 року» [122], яка була розроблена на виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 6 грудня 2017 року №878-р «Про затвердження плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» [122], наголошується на необхідності проведення селекції та розведення нових видів риб, а також розширеного впровадження полікультури та розширення видів культивування у ставових рибних господарствах та індустріальній аквакультурі в садках, басейнах і в установках замкнутого водопостачання.

На підставі аналізу літературних джерел [37, 41, 51, 57, 61, 74, 82, 107, 112, 123] та результатів власних досліджень [125, 126, 126], встановлено, що одним з перспективних видів риб для вирощування у ставових рибних господарствах України може бути африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*).

Африканський сом вважається перспективним видом для аквакультури через його адаптивність до гідрохімічних умов вирощування та відносно просту технологію інтенсивного розведення [25, 123]. З початку 1980-х років почалися перші експерименти з вирощування сома в помірних кліматичних умовах [123]. На сьогоднішній день розроблені технології вирощування сома в ставових умовах тропічних та субтропічних країн [126], зокрема у Ізраїлі [138].

Щодо помірних кліматичних умов, цей вид переважно вирощується в RAS, а також в басейнах з використанням геотермальних джерел води [127].

Африканський сом (*C. gariepinus*) є одним з видів сучасної індустріальної аквакультури в Україні, зокрема в рециркуляційних аквакультурних системах [129]. Вирощування цього виду у ставах на території України протягом усього року неможливе через кліматичні умови, однак протягом вегетаційного періоду можливо успішно підростити рибу до товарної маси. У цей період

температура води наближається до оптимальної для африканського сома (24 °C), що сприяє задовільному росту та інтенсивному живленню[130].

Вирощування африканського сома за комбінованим методом відкриває перспективи для зниження витрат на електроенергію завдяки економії коштів на підігріві та перекачуванні води[132]. Крім того, цей підхід може сприяти покращенню якості рибної продукції африканського сома через можливість підросування товарної риби у ставках за меншої щільності посадки в порівнянні з рециркуляційними системами аквакультури[133].

Розглядаючи такий метод вирощування, необхідно враховувати наявність різних чинників, які мають вплив на виживання та ріст риби. І для африканського сома основним таким чинником є температура води. Температура водного середовища впливає на ріст африканського сома через регуляцію енергетичного та пластичного обмінів, характер його живлення та можливість проведення заходів інтенсифікації. Наприклад, при температурі води вище 18 °C сом активно споживає штучні гранульовані корми, але темп росту значно знижується у порівнянні з оптимальними 24 – 28 °C [133].

Українські індустріальні господарства відтворюють африканського сома в умовах, що відповідають їхнім потребам, оскільки у ставових господарствах умови не завжди підходять для природного розмноження цього виду риби [135]. Тому, якщо планується вирощування сома протягом вегетаційного сезону у ставках або басейнах в природних умовах Полісся України, рибопосадковий матеріал доведеться вирощувати самостійно або закуповувати у таких індустріальних господарствах. Це означає, що рибопосадковий матеріал необхідно буде адаптувати до умов вирощування у воді з нижчою температурою, ніж оптимальна.

У зв'язку з такою необхідністю були проведені дослідження метою яких було вивчити можливість підвищення виживаності африканського сома, якого

будуть вирощувати за природнього температурного режиму водойм Полісся України.

В результаті проведених досліджень було виявлено, що оптимальна стратегія для товарного вирощування африканського сома в ставках північної України полягає в адаптації рибопосадкового матеріалу до місцевих кліматичних умов [125]. Цей підхід схожий з висновками Solomon і Udoji, які визначили, що розмірні відмінності серед молоді кларієвого сома є головним чинником канібалізму, особливо при нижчих температурах, що зменшує стрес і підвищує виживаність [135]. Особливу увагу слід звернути на процес підрощування молоді сома при температурі від 20 до 24 °С, що виявився ефективним у зменшенні рівня канібалізму на 6 – 10% [125], що підтверджується дослідженням Necht та Appelbaum, які також вказали на значущість управління розмірним розподілом риби для зменшення канібалізму [136].

Наші дослідження показали, що африканський сом (*Clarias gariepinus*) може адаптуватися до умов температурного режиму характерного для Полісся України. Молодь, що пройшла процес загартування, має значно вищий рівень виживаності при низьких температурах. Загартування включає поступове зниження температури води в басейнах, що дозволяє рибі адаптуватися до нових умов.

Інші дослідження в країнах з подібними кліматичними умовами, такими як Польща та Угорщина, підтверджують ефективність загартування. Наприклад, Kozłowski et al. (2015) показали, що загартування може підвищити виживаність молоді на 15-20%. Аналогічні результати були отримані у Нідерландах, де загартована молодь мала на 10-15% вищу виживаність (Van Weerd et al., 2013).

Для подальшого підтвердження ефективності загартування необхідно провести додаткові експерименти, що включають різні методи загартування та їх вплив на фізіологічні показники молоді африканського сома. Такі

дослідження можуть включати вимірювання рівня стресу, аналіз імунної відповіді та оцінку ростових показників.

За результатами спостережень за дослідом з вирощування африканського сома (*Clarias gariepinus*) в ставових та басейнових умовах Полісся України протягом вегетаційного сезону було виявлено, що значної різниці за споживанням кормів (плаваючих та тонучих) у басейнах не виявлено. В обох умовах соми однаково ефективно споживали як плаваючі, так і тонучі корми. Це узгоджується з дослідженням, проведеним Limbu (2015), де також було показано, що плаваючі і тонучі корми не мали значного впливу на ріст і виживаність африканського сома [137].

Проте у ставових умовах середня маса вирощеної риби, яка отримувала тонучі корми, виявилася вищою на 4,8%, що свідчить про перевагу тонучих кормів у вирощуванні африканського сома у ставах. Це підтверджується результатами дослідження, яке показало, що використання тонучих кормів є більш економічно вигідним через менші витрати на виробництво і більш високу ефективність конверсії корму [137]. Таким чином, наші результати підкреслюють важливість врахування типу корму для оптимізації вирощування африканського сома у ставових умовах.

Додатково, порівнюючи середню масу особин в групах сома, вирощених у басейнах та ставах, було встановлено, що ставові групи мають суттєву перевагу за цим показником. Ми припускаємо, що це може бути пояснено наявністю в ставах природної кормової бази, яка слугувала додатковим джерелом поживних речовин для риби. Це підтверджується дослідженням Necht та Appelbaum (1988), які також зазначають, що природна кормова база може значно впливати на ріст риби [136].

У наших дослідженнях було встановлено, що використання тонучих кормів є більш ефективним для вирощування африканського сома в земляних ставах. Середня маса особин становила 166,05 г порівняно з плаваючими

кормами (158,05 г). Це може бути пов'язано з природною поведінкою сома, який часто шукає їжу на дні водойми.

Інші дослідження також показують переваги тонучих кормів. Наприклад, дослідження в Бразилії показали, що використання тонучих кормів сприяє кращому росту та конверсії корму у порівнянні з плаваючими кормами (Figuera et al., 2014). Це підтверджує наші висновки і свідчить про доцільність використання тонучих кормів у вирощуванні африканського сома.

У результаті дослідження встановлено, що особини кларієвого сома, які вирощувались у ставках, мали на 14,98% менший рівень виживаності порівняно з тими, що були вирощені у басейнах. Детальний аналіз показав, що в басейнах, де використовували тонучі корми, рівень виживаності склав 73,84%, а при застосуванні басейнового методу вирощування та плаваючого корму – 75,95%. У ставових умовах виживаність склала 66,25% для групи, яка споживала тонучі корми, та 53,59% для групи, яка харчувалась плаваючими кормами [125]. Аналіз даних попередніх досліджень підтверджує, що вищий рівень контролю умов у басейнах прямо пов'язаний з більшим рівнем виживаності риби, оскільки у ставових умовах можливі напади хижаків, зокрема рибоїдних птахів.

Ці висновки підтримуються дослідженням Limbu (2015), яке показало, що використання плаваючих і тонучих кормів не мало значного впливу на ріст і виживаність риби, але тонучі корми виявилися більш економічно вигідними через менші витрати на виробництво і вищу ефективність конверсії корму [137]. Крім того, дослідження Necht та Appelbaum (1988) вказує на те, що природна кормова база в ставках може забезпечувати додаткові поживні речовини, що сприяє кращому росту риби [136]. Однак, ризики, пов'язані з нападами хижаків, можуть суттєво знижувати рівень виживаності риби в ставках.

У проведеному дослідженні було виявлено суттєвий вплив середньодобових коливань температур води на приріст маси африканського сома. Нестабільність температур спричиняла значне зниження темпу росту

риби. Оптимальний приріст в ставах спостерігався при температурі води, що наближалася до 22 °С, досягнення якої було зафіксовано у другій половині липня. Це вказує на важливість стабільних умов середовища для успішного вирощування африканського сома [125].

З отриманих даних випливає, що вирощування кларієвого сома, зокрема молоді, можливе в умовах температурного режиму водойм Полісся України. Найбільш сприятливий період для цього визначено у другій половині серпня. У цей період температура води наближається до оптимальних 24 °С, що відповідає потребам цього виду риби. З урахуванням середньомісячних значень температури води у діапазоні від 19,4 до 23,7 °С, можна визначити можливість вирощування африканського сома в умовах земляних ставів та бетонних басейнів.

Подібні висновки були зроблені Britz і Necht (1987), які виявили, що оптимальна температура для росту африканського кларієвого сома знаходиться в діапазоні від 25°C до 30°C [138]. Дослідження Necht і Appelbaum (1988) також підтверджують важливість стабільних умов для оптимального росту і виживаності риби [137].

Такий підхід до вирощування, з використанням плаваючих та тонучих кормів, може призвести до отримання рибопосадкового матеріалу з середньою вагою від 110 до 144 грам у басейнах та від 143 до 180 грам у ставах з початкових 6 грам. Це дозволяє оптимізувати процес вирощування риби та максимально використовувати природні умови для досягнення бажаних результатів на рибному господарстві [125].

Вирощування африканського кларієвого сома у ставах влітку рекомендується починати з досягненням температури води, при якій риба активно живиться, що становить 22-24 °С. Однак виникає питання про термін, протягом якого рибу можна залишати у ставах без ризику втрат. Згідно з літературними джерелами, мінімальною температурою для життєдіяльності є 18

°C, при температурі 12 °C риба гине [138]. Отже, рибовод, що займається вирощуванням риби у ставах, повинен уважно моніторити температурні коливання та при їх зниженні до критичних значень, негайно здійснювати облови та реалізацію рибної продукції. Але що робити, якщо відбулося різке зниження температури, а терміново провести облови не можливо? Виходом з даної ситуації є сучасні метеорологічні сервіси, які забезпечують достатню точність прогнозування погодних умов на період до п'яти днів, що дозволяє своєчасно підготуватися до потенційних ризиків, пов'язаних з температурними коливаннями води.

У результаті розгляду цього питання проведені дослідження, у яких змодельоване зниження температури води до та нижче гранично допустимих значень. За результатами цих досліджень встановлено, що африканський кларієвий сом здатен переносити значні перепади температури води. Результати дослідів показали, що при падінні температури до 16 °C риба знижує активність, а при тривалому впливі такої температури навіть здатна адаптуватись. Однак досліді також підтвердили, що при температурі 14 °C риба може витримати лише 36 годин, а при 12 °C – 24 години. Важливо зазначити, що 12 °C є пороговою температурою води, при якій риба може впадати в анабіоз [126]. Проведені досліді показали, що сом може впадати в анабіоз при температурі 10 °C, виведення його з цього стану можливе шляхом поміщення в теплішу воду. Однак експозиція на морозному повітрі виявилася пагубною для риби. Встановлена необхідність в додаткових дослідженнях для вивчення тривалості анабіозу при різних температурах, включаючи 11–12 °C, а також впливу температури 16 °C на продуктивність вирощування сома [126].

Подібні висновки були зроблені Britz і Hecht (1987), які виявили, що оптимальна температура для росту африканського кларієвого сома знаходиться в діапазоні від 24°C до 30°C, але їх дослідження були спрямовані на встановлення оптимальних температур, без досліджень в умовах коли цей вид може адаптуватися до нижчих температур на короткі періоди [139].

Визначення подальших напрямків досліджень

1. Дослідження оптимальної щільності посадки риби та її впливу на якість води у ставах.

Необхідно провести додаткові дослідження для визначення оптимальної щільності посадки африканського кларієвого сома у ставах. Оптимальна щільність посадки є ключовим фактором для забезпечення здорового росту та виживаності риби. Висока щільність посадки може призвести до зниження якості води, оскільки відходи життєдіяльності риб і залишки корму накопичуються у воді, підвищуючи рівні амонію, нітритів та нітратів. Це, в свою чергу, може призвести до токсичного середовища для риби, зниження рівня розчиненого кисню, збільшення ризику хвороб та якості м'яса.

Для встановлення оптимальної щільності посадки необхідно досліджувати вплив різних рівнів щільності на гідрохімічні показники води, включаючи концентрацію розчиненого кисню, рівні амонію, нітритів та нітратів, а також інші важливі показники. Це допоможе визначити баланс між щільністю посадки риби та якістю водного середовища, що є критичним для здоров'я риби та її зростання.

Пропозиції для дослідження:

- I. Експериментальні групи: Встановити кілька експериментальних груп з різною щільністю посадки (наприклад, низька, середня та висока щільність) та спостерігати за їхнім ростом та виживаністю.
- II. Гідрохімічні показники: Регулярно вимірювати основні гідрохімічні показники води, такі як рівень розчиненого кисню, амонію, нітритів та нітратів, рН, температура, фосфати та інші.
- III. Здоров'я та ріст риби: Спостерігати за поведінкою риби, її фізіологічними показниками (наприклад, рівень стресу), та загальним станом здоров'я.

IV. Аналіз отриманих даних: Провести статистичний аналіз для визначення оптимальної щільності посадки, що забезпечить баланс між зростанням риби та якістю води.

2. Використання рибопосадкового матеріалу більших розмірів.

Перспективним напрямком подальших досліджень є проведення експериментів з використанням рибопосадкового матеріалу більших розмірів, який теоретично може досягти товарної маси протягом вегетаційного періоду. Використання більших рибопосадкових матеріалів може мати кілька переваг, включаючи зниження смертності через кращу адаптацію до нових умов та меншу схильність до хвороб.

Пропозиції для дослідження:

- I. Експериментальні групи: Використовувати рибопосадковий матеріал різних розмірів і спостерігати за їхнім ростом протягом вегетаційного періоду.
- II. Годування: Вивчити різні стратегії годування для рибопосадкового матеріалу різних розмірів.
- III. Температурні режими: Дослідити вплив різних температурних режимів на ріст і виживаність риби.
- IV. Економічний аналіз: Провести економічний аналіз витрат і прибутку використання рибопосадкового матеріалу більших розмірів.

Такі дослідження дозволять визначити оптимальні умови вирощування для більших рибопосадкових матеріалів, а також їх потенційні переваги для комерційного використання. Це може включати дослідження різних стратегій годування, температурних режимів та умов водопостачання. В результаті, такі дослідження сприятимуть розробці ефективних стратегій вирощування, що забезпечують максимальну економічну вигоду.

3. Дослідження тривалості перебування сома в стані анабіозу.

Необхідно провести додаткові дослідження для вивчення тривалості перебування африканського кларієвого сома в стані анабіозу та його можливості впадати в цей стан за температури 11-12°C при тривалій експозиції протягом більше ніж 24 годин. Анабіоз – це стан значного уповільнення фізіологічних процесів, який дозволяє організмам виживати в екстремальних умовах. Важливо зрозуміти, при яких температурах цей вид риби може впадати в анабіоз і як довго він може залишатися в цьому стані без негативних наслідків для здоров'я.

Пропозиції для дослідження:

- I. Експериментальні групи: Проводити серію експериментів з поступовим зниженням температури води до різних рівнів (наприклад, 16°C, 14°C, 12°C, 10°C).
- II. Спостереження: Спостерігати за поведінкою риби, її фізіологічними показниками, такими як частота дихання, активність, рівень споживання корму.
- III. Анабіоз: Визначити температурний поріг, при якому риба впадає в анабіоз, а також температури, при яких цей стан стає небезпечним для життя.
- IV. Відновлення: Дослідити процес виходу риби з анабіозу та її подальшу виживаність і продуктивність.

Визначення температурного порогу, при якому риба впадає в анабіоз, а також температури, при якій цей стан стає небезпечним для життя, допоможе розробити рекомендації щодо вирощування у холодний період.

4. Оптимальні терміни загартування рибопосадкового матеріалу старшої вікової групи.

Рекомендується провести додаткові дослідження щодо оптимальних термінів загартування рибопосадкового матеріалу старшої вікової групи, яка має більшу стійкість до температурних коливань. Загартування риби є важливим

процесом, який дозволяє підвищити її стійкість до екстремальних умов і покращити виживаність.

Пропозиції для дослідження:

- I. Експериментальні групи: Використовувати рибопосадковий матеріал старшої вікової групи та проводити загартування при різних термінах та методах.
- II. Фізіологічні показники: Оцінювати вплив загартування на фізіологічні показники риби, такі як рівень стресу, імунна відповідь, ріст.
- III. Температурні коливання: Вивчити вплив різних режимів температурних коливань на виживаність і продуктивність риби.
- IV. Рекомендації: Розробити рекомендації щодо оптимальних термінів і методів загартування рибопосадкового матеріалу старшої вікової групи.

Це допоможе визначити найкращі практики для загартування рибопосадкового матеріалу, що дозволить зменшити втрати риби та забезпечити стабільний ріст в умовах змінних температур.

ВИСНОВКИ

В роботі отримано перший досвід вирощування африканського кларієвого сома в умовах природного температурного режиму водойм Полісся України та доведена можливість його ефективного культивування протягом вегетаційного сезону

1. В результаті досліджень встановлена можливість, підрощування рибопосадкового матеріалу кларієвого сома при температурі води, що відповідає природним кліматичним умовам. При цьому, вдається запобігти значним втратам риби у разі різких подальших її коливань. В ході дослідження з загартування молоді було встановлено, що підрощування малька кларієвого сома при температурі від 20 до 24 °С сприяє зменшенню рівня канібалізму на 6 – 10 %.

2. Досліджено, що басейновий метод вирощування з використанням плаваючого корму є більш ефективним за показником виживаності (75,95%), у порівнянні із ставовим методом, де для досягнення кращих результатів виживаності (66,25%) рекомендується використання тонучого корму. У кінці вирощування показник середньої індивідуальної маси особин (у ставах), які отримували тонучий корм, становив 166,05 грам, у порівнянні з особинами, що отримували плаваючий корм – 158,05 грам. Результати досліджень вказують на те, що при вирощуванні африканського сома з початковою масою $6,3 \text{ г} \pm 0,5 \text{ г}$ у водоймах з температурою води нижче оптимальних (24°C) розмір риби протягом вегетаційного сезону може не досягати товарно рівня. У таких випадках рекомендується використовувати РАС для подальшого вирощування риби.

3. Встановлено, що найвищі темпи росту маси риби були зафіксовані в останній декаді серпня, коли середньодобові температури води наближалися до оптимальних значень для африканського сома (24 – 30 °С). Питома швидкість росту риби за І. І. Шмальгаузенем становила в цей період від 1,78 до 1,84.

4. Результати дослідження поведінкової реакції на зниження температури води (від 20 до 12°C) підтверджують, що *S. gariiepinus* може переносити падіння температури води до 16 °C без втрат, а при тривалому впливі такої температури навіть може адаптуватись. Крім того, згідно з дослідом, при падінні температури до 14 °C риба може протриматись 36 годин, приблизно такий термін є у рибовода для вирішення даної проблеми, у разі пониження температури до 12°C – 24 години. Результати досліджень підтверджують, що риба може витримати температуру 10 °C протягом двох годин, після чого її необхідно перевести в більш теплу воду, з підвищенням температури хоча б на 4 °C, що може сприяти порятунку риби. Дані проведених досліджень демонструють, що сом може впадати в анабіоз під впливом холодної води, а також може бути виведений з цього стану, якщо його помістити в теплішу воду. Результати дослідження поведінкової реакції на зниження температури води до 10°C на відкритому просторі при температурі повітря -6°C свідчать про негативний вплив низьких температур повітря. Двогодинна експозиція на морозі призвела до загибелі дослідних груп.

5. За результатами економічного аналізу було виявлено розбіжності у вартості вирощування риби, що зумовлені типом водойм та використанням різних типів кормів. Експлуатація басейнів із застосуванням плаваючого корму продемонструвала мінімальні витрати на одиницю продукції, що свідчить про високу економічну ефективність цього методу. Натомість, метод вирощування у ставах із застосуванням тонучого корму забезпечив найнижчу собівартість вирощеної риби за кілограм, що підтверджує його перевагу з точки зору вартісної ефективності за масою продукції.

МАТЕРІАЛИ ДО РЕКОМЕНДАЦІЙ

За результатами досліджень були сформовані матеріали до рекомендацій стосовно вирощування африканського сома у земляних ставах та бетонних басейнах в температурних умовах Полісся України протягом вегетаційного періоду. А також встановлені подальші напрямки досліджень.

1. При вирощуванні африканського сома у ставах та басейнах в температурних умовах притаманних Полісся України рибопосадковий матеріал варто провести через процес загартування, що підвищить виживаність риби у разі різких температурних коливань води. Особливо це стосується ранніх етапів вирощування (перші 3 місяці), риба старшої вікової групи більш стійка до різких температурних коливань.

2. При вирощуванні африканського сома у земляних ставах ефективніше використовувати тонучі корми. На відміну від плаваючих, вони сприяють отриманню більшої рибопродуктивності. У басейнах, порівняння ефективності плаваючого та тонучого кормів показало не суттєву різницю між рибопродуктивністю, що свідчить про можливість застосування кормів будь-якої плавучості без впливу на рибопродуктивність.

3. Кращу виживаність (75,95%) за басейнового методу вирощування можливо отримати застосовуючи плаваючий корм. При ставовому вирощуванні, протягом вегетаційного періоду, для досягнення оптимальних результатів (66,25%) рекомендується використання тонучого корму.

4. Вирощування африканського кларієвого сома у ставах під час вегетаційного періоду рекомендується розпочати, коли температура води досягне 22 – 24 °С, що сприятиме активному живленню риби. Варто зазначити, що африканський сом здатен витримувати коливання температур води досить широкого діапазону (30 – 12 °С). Що вказує на досить великий термін протягом якого сома можна вирощувати в земляних ставах та бетонних басейнах

враховуючи температурні умови Полісся України. Але варто пам'ятати, що мінусова температура повітря неминуче призведе до втрат рибної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *De Kimpe, P., Mich, J.C.* 1974. First guideline for culture of *Clarias lazera* in Central Africa. *Aquaculture* 4, 227-248. De Kimpe P., Mich J.C. First guideline for culture of *Clarias lazera* in Central Africa. // *Aquaculture*. – 1974. – Vol. 4. – P. 227-248.
2. *Richter, C.J.J.* 1976. The African Catfish, *Clarias lazera* (C. & V.), a new possibility for fish culture in tropical regions? Misc. pap. Landbouwhogeschool, Wageningen No 13, 51-70.
3. *Hogendorn, H.* 1979. Controlled propagation of the African catfish *Clarias lazera* (C. & V.). I. Reproductive biology and field experiments. *Aquaculture* 17 (4), 323-333.
4. *Hogendorn, H.* 1980. Controlled propagation of the African catfish *Clarias lazera* (C. & V.). III. Feeding and growth of fry. *Aquaculture* 21 (3), 233-241.
5. *Bovendeur, J., Eding, E.H., Henken, A.M.* 1987. Design and Performance of Water Recirculation System for High-Density Culture of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture* 63, 329-353.
6. *Janssen, J.* 1987. Pond culture of the African Clariid catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) with special emphasis to its management. African Regional Aquaculture Centre, Port Harcourt, Nigeria. pp. 52.
7. *Dijkema, R.* 1992. Development in cultivating the African catfish (*Clarias gariepinus*) in the Netherlands: Technics, markets, perspectives. Netherlands Institute for Fishery Reserch, Yerseke, The Netherlands, 127-139.
8. *De Graaf, G.J. & Janssen, H.* 1996. Artificial reproduction and pond rearing of the African catfish *Clarias gariepinus* in Sub-Saharan Africa – a handbook. FAO Fisheries Technical Paper No. 362, FAO, Rome, Italy. pp.73.
9. *Eding, E., Kamstra, A.* 2002 Netherlands Farm Tune Recirculation Systems to Productin of Varied Species. *Global Aquaculture Advocate* 5, 52-54.
10. *Viveen, W. J. A.R., Richter, C.J.J., van Oordt, P.G.W.J., Janssen, J.A.L., Huisman, E.A.* 1985. Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias*

gariiepinus). Published by: Directorate General International Cooperation of the Ministry of Foreign Affairs, The Hague, the Netherlands; Research Group for Comparative Endocrinology, Dept. of Zoology of the University of Utrecht, the Netherlands. pp. 107.

11. *Chervinski, J.*, 1984. Salinity tolerance of young catfish, *Clarias lazera* (Burchell). J. Fish. Biol. 25, 147-149.

12. *Clay, D.*, 1977. Preliminary observations on salinity tolerance *Clarias lazera*, Israel. Bamidgah 29 (3), 102-109.

13. *Hogendorn, H., Vismans, M.M.* 1980. Controlled propagation of the African *Clarias lazera* (C.&V.). II. Artificial reproduction. Aquaculture 21, 39-53.

14. *Britz, P.J., Hecht, T.* 1987. Temperature Preferences and Optimum Temperature for Growth of African Sharptooth Catfish (*Clarias gariepinus*) Larvae and Postlarvae. Aquaculture 63, 205-214.

15. *Huisman, E.A., Richter, C.J.J.* 1987. Reproduction, Growth, Health Control and Aquacultural Potential of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Aquaculture 63, 1-14.

16. *Clay, D.* 1979. Population biology, growth and feeding of African catfish (*Clarias gariepinus*) with special reference to juveniles and their importance in fish culture. Stuttgart, Arch. Hydrobiol. 87 (4), 453-483.

17. *Richter, C.J.J., Viven, W.J.A.R., Eding, E.H., Sukkel, M., Rothuis, A.J., Van Hoof, M.F.P.M., Van Den Berg, F.G.J., Van Oordt, P.G.W.J.* 1987. The Significance of Photoperiodicity, Water Temperature and Inherent Endogenous Rhythm for the Production of Viable Eggs by African Catfish, *Clarias lazera*, kept in Subtropical Ponds in Israel and under Israeli and Dutch Hatchery Conditions. Aquaculture 63, 169-185.

18. *Rueda P.A.* 2004. Towards assessment of welfare in African catfish, *Clarias gariepinus*: the first step. PhD thesis, Fish Culture and Fisheries Group, Wageningen Institute of Animal Sciences. Wageningen University.

19. *Van de Nieuwegiessen, P.G.*, 2009. Welfare of African catfish, effects of stocking density. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. pp. 138.

20. Національний атлас України. Київ: Картографія, 2007. 440 с.
21. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с. ISBN 978-966-521-559-2.
22. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Луцьк: Вежа-Друк, 2021. 76 с.
23. Klasa B., Trzebiatowski R. 1992 – Wydajność technologiczna i skład chemiczny mięsa suma afrykańskiego *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)/ B. Klasa, R. Trzebiatowski // Komun. Ryb. – № 4. – С. 5-8.
24. Worch, Eckhard. Hydrochemistry: Basic Concepts and Exercises / Eckhard Worch. – Berlin: Walter de Gruyter, 2015. – 220 с.
25. Арсан О. М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. – Київ: Логос, 2006. – 408 с.
26. Данильян О.Г., Дзьобань О.П. Методологія наукових досліджень: підручник. Харків: Право, 2019. 368 с.
27. Zale, Alexander V., Parrish, Donna L., Sutton, Trent M., eds. Fisheries Techniques, Third Edition / Alexander V. Zale, Donna L. Parrish, Trent M. Sutton. – Bethesda, MD: American Fisheries Society, 2012. – 692 с.
28. ROSENAU P. M. Philosophy, Methodology, and Research. Comparative Political Studies. 1988. Vol. 20, no. 4. P. 423–454. URL: <https://doi.org/10.1177/0010414088020004002>.
29. Третяк О. М., Грициняк І. І. Біологічна характеристика та технологічні прийоми культивування коропа і рослиноїдних риб // Фермерське рибництво / Грициняк І. І. та ін. Київ: Герб, 2008. С. 230–296.
30. Verreth J., Eding E.H. 1993 – European farming industry of African catfish (*Clarias gariepinus*). Fact and figures / J. Verreth, E.H. Eding // Aquaculture - Europ. – 1993. – № 18. – С. 6-13.
31. Adamek J., Sadowski J., Wielopolska M., Kiełpiński M. 2004 – Wpływ wielkości dawki i rodzaju paszy na podstawowe wskaźniki chowu narybku suma afrykańskiego (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822)) w obiegu recyrkulacyjnym /

- J. Adamek, J. Sadowski, M. Wielopolska, M. Kiełpiński // Rozród, podchów, profilaktyka ryb jesiotrowatych i innych gatunków. – Wyd. IRS, 2004. – C. 141-149.
32. Babiker M.M. Aspects of the biology of the catfish *Clarias lazera* to its economic cultivation/M.M. Babiker.– Hydrobiologia.– 1984.– Vol. 110.– P. 295-304.
33. Adamek J. Rozród i podchów wylęgu sumca afrykańskiego *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Część I / J. Adamek. – Komun. Ryb. – 1993. – № 6. – C. 19-21.
34. Adamek J. Rozród i podchów sumca afrykańskiego *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). Część II / J. Adamek. – Komun. Ryb. – 1994. – № 1. – C. 11-13.
35. Bovendeur J., Eding E.H., Henken A.M. Design and performance of a water recirculation system for high-density culture of the African catfish *Clarias gariepinus* / J. Bovendeur, E.H. Eding, A.M. Henken. – Aquaculture. – 1987. – Vol. 63. – P. 329-353.
36. Adamek J. Zbiór referatów z Konferencji Naukowo-Technicznej w Gołyszu pt. „Możliwości chowu sumca afrykańskiego i tilapii nilowej w warunkach krajowych” / J. Adamek. – 1994.
37. Adamek J. Wyniki chowu larw sumca afrykańskiego *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) w różnych zagęszczeniach / J. Adamek // Komun. Ryb. – 2002. – № 5. – C. 16-19.
38. Hecht T., Oellermann L., Verheust L. Perspectives on clarid culture in Africa/ T. Hecht, L. Oellermann, L. Verheust // The Biology and Culture of Catfishes. – 1996. – Vol. 9. – P. 197-206.
39. Hildebrand, M.-C., Rebl, A., Goldammer, T., Palm, H. W., & Baßmann, B. (2021). Effects of Zn-EDTA on the health and welfare of the African catfish, *Clarias gariepinus*, in a recirculating aquaculture system. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, Article 667195.
40. Strauch, S. M., Wenzel, L. C., Bischoff, A., Dellwig, O., Klein, J., Schüch, A., Wasenitz, B., & Palm, H. W. (2020). Commercial African Catfish (*Clarias gariepinus*) Recirculating Aquaculture Systems: Assessment of Element and Energy Pathways with Special Focus on the Phosphorus Cycle. *Water*, 12(5), 1386.

41. Effect of Feeding Frequency on Growth and Survival Rate of *Clarias gariepinus* Fingerlings Reared in Plastic Bowls [Електронний ресурс] / Science Alert. – Available at: <https://scialert.net/fulltext/?doi=pjbs.2021.82.89>
42. Долинський В. П. Перспективи рибогосподарського освоєння сомів родини кларієвих (*Clariidae*) в аквакультурі України // Рибне господарство. 2002. Вип. 61. С. 3–9.
43. Курбанов А. Р., Камилов Б. Г. Разведение африканского сома *Clarias gariepinus* в условиях Узбекистана: учебное пособие. Ташкент: Навруз, 2017. 52 с.
44. Лиментарь П. П. Антистрессовое действие препарата «Торфовит» (гумат калия) при выращивании личинки африканского сома // Біорізноманіття водних екосистем: проблеми і шляхи вирішення: Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Дніпропетровськ, 2-3 жовт. 2008 р. (до 90-річчя Дніпропетровського національного університету): матер. Дніпропетровськ, 2008. С. 110–111.
45. Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid profiles and health of African catfish (*Clarias gariepinus*)" // ScienceDirect. – 2020. – Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848620305145>
46. Мельченков Е. А., Приз В. В., Тансыкбаев Н. Н. Комбинированная технология выращивания африканского сома в первой зоне рыбоводства // Сбалансированное природопользование: современный взгляд, тенденции и перспективы : Междунар. науч.-практ. конф., Херсон, 17-19 мая 2010 г.: матер. Херсон: Колос, 2010. С. 47–49.
47. Мельченков Е. А., Приз В. В., Тансыкбаев Н. Н. Особенности культивирования африканского сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) в первой зоне рыбоводства // Таврійський науковий вісник. 2011. № 76. С. 247–251.
48. Рилов В. Г. Досвід вирощування африканського сома в умовах Криму // Таврійський науковий вісник. 2008. Вип. 57. С. 345–349.
49. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 and their

reciprocal hybrids (*Pisces, Clariidae*) / Legendre M. et al. // J. Fish Biol. 1992. Vol. 40. P. 59–79.

50. Abu Sayem Md. Ahsan Habib, Dr. Prosannajid Sarkar. Extraction and identification of PUFA from African Catfish (*Clarias gariepinus*) skin // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2016. Vol. 4, iss. 4. P. 312–314.

51. Adesina S. A., Falaye A. E., Ajani E. K. Evaluation of haematological and serum biochemical changes in *Clarias gariepinus* juveniles fed graded dietary levels of boiled sunflower (*Helianthus annuus*) seed meal replacing soybean meal // Ife Journal of Science. 2017. Vol. 19, iss. 1. P. 51–68.

52. African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones : a manual / Peteri A. [et al.]. Budapest : FAO, 2015. 85 p.

53. Assessment of *Clarias gariepinus* as a biological control agent against mosquito larvae / Chala B. et al. // BMC Ecol. 2016. Vol. 16. P. 27.

54. Baßmann B., Brenner M., Palm H. W. Stress and welfare of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in a coupled aquaponic system // Water. 2017. Vol. 9. P. 504.

55. Bozkurt Y., Yavaş İ. Effect of extender compositions, glycerol levels, and thawing rates on motility and fertility of cryopreserved wild African Catfish (*Clarias gariepinus*) sperm // The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh. 2017. Vol. 69. P. 1357–1364.

56. Changes in nutritional values induced by butachlor in juvenile diploid and triploid *Clarias gariepinus* / Karami A. et al. // Int. J. Environ. Sci. Technol. 2017. P. 1–12.

57. Chemical composition and antioxidant activities of catfish epidermal mucus / Nurul Mariam Hussin et al. // Journal of Advanced Agricultural Technologies. 2017. Vol. 4, iss. 1. P. 73–77.

58. Cloning, localization and differential expression of Neuropeptide-Y during early brain development and gonadal recrudescence in the catfish, *Clarias gariepinus* /

- Cheni-Chery Sudhakumari et al. // General and Comparative Endocrinology. 2017. Vol. 251. P. 54–65.
59. Comparative morphometry and histological studies of the cerebellum of catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) / Danmaigoro A. et al. // Journal of Applied Life Sciences International. 2016. Vol. 7, iss. 4. P. 1–6.
60. Comparative studies of nutrient composition of wild caught and pond reared african catfish, *Clarias gariepinus* / Ukagwu J. I. et al. // International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences. 2017. Vol. 5, iss. 7. P. 63–68.
61. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings / Djissou A. S. M. et al. // Int. Aquat. Res. 2016. Vol. 8, iss. 4. P. 333–341.
62. Effect of different feeding frequency on the growth and survival of African Catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings / Marimuthu K. et al. // Advances in Environmental Biology. 2010. Vol. 4, iss. 2. P. 187–193.
63. Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on hatching and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fry / Kareem O. K. et al. // Journal of FisheriesSciences.com. 2017. Vol. 11, iss. 1. P. 21–27.
64. Effect of fish vitellogenin on the growth of juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / Subir Kumar Juin et al. // Aquaculture Reports. 2017. Vol. 7. P. 16–26.
65. Effect of phytase supplementation on the growth, mineral composition and phosphorus digestibility of African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles / Orisasona O. et al. // Animal Research International. 2017. Vol. 14, iss. 2. P. 2741–2750.
66. Effects of different additives on the survival and haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings during transportation / Idowu T. A. et al. // Nigerian Journal of Tropical Agriculture. 2016. Vol. 16. P. 65–71.
67. Effects of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African catfish *Clarias gariepinus* / Solomon S. G. et al. // Journal of Fisheries. 2016. Vol. 74. P. 30–37.

68. El-Hawarry W. N., Abd El-Rahman S. H., Shourbela R. M. Breeding response and larval quality of African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) using different hormones/hormonal analogues with dopamine antagonist // Egyptian Journal of Aquatic Research. 2016. Vol. 42, iss. 2. P. 231–239.
69. Enyidi U. D. Chlorella vulgaris as protein source in the diets of African Catfish *Clarias gariepinus* // Fishes. 2017. Vol. 2. P. 17–29.
70. Falaye A., Emikpe B., Ogundipe E. Influence of Lactobacillus plantarum supplemented diet on growth response, gut morphometry and microbial profile in gut of *Clarias gariepinus* fingerlings // Journal of Coastal Life Medicine. 2016. Vol. 4, iss. 8. P. 597–602.
71. Formulation of fish feed with optimum protein-bound lysine for african catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings / Siti Nurhafa Imra Naqtahnain Hamid et al. // Procedia Engineering. 2016. Vol. 148. P. 361–369.
72. Githukia C. M., Kembanya E. M., Opiyo M. A. Anaesthetic effects of sodium bicarbonate at different concentrations on African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles // Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research. 2016. Vol. 2(3). P. 151–158.
73. Gonadosomatic index and some hematological parameters in African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) as affected by feed type and temperature level / Al-Deghayem W. A. et al. // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2017. Vol. 60. e17160157.
74. Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic / Putra I. et al. // F1000Res. 2017. Vol. 6. P. 1545.
75. Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerolbased biofloc systems / Akeem Babatunde Dauda et al. // Aquaculture. 2018. Vol. 483. P. 120–130.

76. It is all in the blood: erythrocyte characterization of triploid and diploid African Catfish, *Clarias gariepinus* / Normala Jalil et al. // J. Fish. Aquat. Sci. 2016. Vol. 11, iss. 6. P. 425–431.
77. Lawal B. M., Adewole H. A., Olaleye V. F. Digestibility study and nutrient re-evaluation in *Clarias gariepinus* fed blood meal-rumen digesta blend diet // Not. Sci. Biol. 2017. Vol. 9, iss. 3. P. 344–349.
78. Micro-morphological investigation of the skin of the larval and adult stages of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) / Derbalah A. et al. // Alexandria Journal of Veterinary Sciences. 2017. Vol. 53. P. 1–10.
79. Morphological characterization of wild and cultured *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) using principal component and cluster analyses / Ola-Oladimeji F. A. et al. // Not. Sci. Biol. 2016. Vol. 8, iss. 4. P. 428–436.
80. Nwachi Oster Francis, Dasuki Awawu. Culture of diploid and tetraploid (*Clarias gariepinus*) fed with 17 α methyltestosterone // Fudma – Journal of Agric. and Agric. Tech. 2017. Vol. 3, iss. 1. P. 10–14.
81. Ojonugwa E. B., Solomon R. J. Effects of over stocking on the growth rate of *Clarias gariepinus* // Journal of Animal Science and Veterinary Medicine. 2017. Vol. 2. P. 84–95.
82. Okomoda V. T., Chong Chu Koh I., Shahreza S. Md. A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) // Aquaculture Research. 2017. P. 1–6.
83. Okomoda V. T., Tihamiyu L. O., Iortim M. The effect of water renewal on growth of *Clarias gariepinus* fingerlings // Journal of Fisheries. 2016. Vol. 74. P. 25–29.
84. Okomoda V. T., Tihamiyu L. O., Kwaghger D. Spawning performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) induced with ethanol preserved and fresh catfish pituitary extract // Zygote. 2017. Vol. 25, iss. 3. P. 376–382.
85. Okomoda V. T., Wase G., Tihamiyu L. O. Effects of tank background colour on growth performance and feed utilization of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings // Ribarstvo. Croatian Journal of Fisheries. 2017. Vol. 75, iss. 1. P. 5–11.

86. Omolade O., Solomon R. J. Effect of organic and inorganic diet in the growth of *Clarias gariepinus* // Direct Res. J. Vet. Med. Anim. Sci. 2017. Vol. 2, iss. 3. P. 66–81.
87. Optimum light wavelength and light intensity for rearing juvenile African Catfish (*Clarias gariepinus*) / Muhammad Firdaus Sallehudin et al. // International Journal of Aquatic Science. 2017. Vol. 8, iss. 2. P. 107–112.
88. Oyebola O. O., Adekunle O. M., Setufe S. B. Growth rate and disease resistance of inbreds and novel intra-specific crossbreds larva of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in response to *Pseudomonas aeruginosa* challenge // Journal of Experimental Agriculture International. 2017. Vol. 16, iss. 6. P. 1–11.
89. Reference intervals for the serum biochemistry and lipid profile of male broodstock African Catfish (*Clarias gariepinus*: Burchell, 1822) at varied ages / Okoye C. N. et al. // Not. Sci. Biol. 2016. Vol. 8, iss. 4. P. 437–443.
90. Rui Diogo. Morphological evolution, adaptations, homoplasies, constraints, and evolutionary trends: Catfishes as a case study on general phylogeny & macroevolution. Enfield : Science Publishers Inc., 2005. 491 p.
91. Shourbela R. M., El-Hawarry W. N., Abd El-Rahman S. H. Interactive effects of stocking density and feed type on growth, survival and cannibalism among African catfish (*C. gariepinus* Burchell 1822). Online J. Anim. Feed Res. 2016. Vol. 6, iss. 3. P. 73–82.
92. Solomon S. G., Okomoda V. T. Effects of photoperiod on the haematological parameters of *Clarias gariepinus* fingerlings reared in water recirculatory system // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 2012. Vol. 8, № 3. P. 247–246.
93. Spawning response of African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822), Claridae: Teleost) exposed to different piscine pituitary and synthetic hormone / Gadisa Natea et al. // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2017. Vol. 5, iss. 2. P. 264–269.
94. Suleiman M. A., Solomon R. J. Effect of stocking on the growth and survival of *Clarias gariepinus* grown in plastic tanks // Direct Res. J. Vet. Med. Anim. Sci. 2017. Vol. 2, iss. 3. P. 82–92.

95. Sunarma A., Carman O., Alimuddin M. Z., Jr. Improving biomass gain using crossbreeding of distinct farmed population of African catfish *Clarias gariepinus* // AAACL Bioflux. 2010. Vol. 10, iss. 5. P. 1001–1010.
96. Testicular morphology and sperm motility in cultured African Catfish (*Clarias gariepinus*) at different stages of development / Okoye C. N. et al. // Not. Sci. Biol. 2016. Vol. 8, iss. 3. P. 281–285.
97. Tilahun G., Dube K., Chtruvedi C. S. Assessment of reproductive performance, growth and survival of hybrids of African Catfish (*Clarias gariepinus*) and Indian Catfish (*Clarias batrachus*) compared to their parental lines crosses // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2016. Vol. 16. P. 123–133.
98. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / Арсан О. М. та ін. Київ: Логос. 2006. 408 с.
99. Шмальгаузен И. И. "Определение основных понятий и методика исследования роста." Рост животных. – М., 1935. – С. 8–60.
100. Третяк О. М., Грициняк І. І. Біологічна характеристика та технологічні прийоми культивування коропа і рослиноїдних риб // Фермерське рибництво / Грициняк І. І. та ін. Київ : Герб, 2008. С. 230–296.
101. Андрющенко А. І., Вовк Н. І., Кондратюк В. М. Технології прісноводної аквакультури. Том III. Індустріальна прісноводна аквакультура. Київ: ТОВ "ЦП КОМПРИНТ", 2017. 513 с.
102. Долинський В. П. Перспективи рибогосподарського освоєння сомів родини кларієвих (*Clariidae*) в аквакультурі України // Рибне господарство. 2002. Вип. 61. С. 3–9.
103. Грициняк І., Швець Т. African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). Thematic bibliography // Рибогосподарська наука України. – 2017. – № 4(42). – С. 128–146. – Доступний з: <https://doi.org/10.15407/fsu2017.04.128>.
104. Gu D. та ін. North African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) // Biological Invasions and Its Management in China. – Singapore, 2017. – С. 91–98. – Доступний з: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3427-5_6.

105. Shoko A. P. та ін. A comparison of diurnal dynamics of water quality parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) monoculture and polyculture with African sharp tooth catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) in earthen ponds // International Aquatic Research. – 2014. – Т. 6, № 1. – Доступний з: <https://doi.org/10.1007/s40071-014-0056-8>.
106. Martins C. I. M. та ін. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: a perspective on environmental sustainability // Aquacultural Engineering. – 2010. – Т. 43, № 3. – С. 83–93. – Доступний з: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>.
107. Toko I. та ін. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): effect of stocking density on growth, production and body composition // Aquaculture. – 2007. – Т. 262, № 1. – С. 65–72. – Доступний з: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.08.054>.
108. Abdel-Hay, A. M., et al. "The effects of rearing water depths and feed types on the growth performance of African catfish (*Clarias gariepinus*)." Aquaculture Research. 2019. Vol. 51, no. 2, pp. 616–622.
109. Андрющенко А.І., Алимов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. Технології виробництва продукції аквакультури. – Київ : Вища школа, 2006. – 335 с.
110. ALLER PRIMO FLOAT-1200-Африканський. 20240315.
URL :<https://www.aller-aqua.com/species/warm-freshwater-species/african-catfish>
111. ALLER MASTER-760-Карп. 20240311. URL: <https://www.aller-aqua.com/species/warm-freshwater-species/carp>
112. Гринжевський М.В. Нетрадиційні об'єкти рибництва в аквакультурі України. / М.В. Гринжевський, О.М. Третяк та ін. - К.: Світ, 2008.
113. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 410 с.
114. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії. Київ, 2012. 328 с.

115. СОУ – 05.01-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с. (Стандарт Мінагрополітики України)
116. Методичні вказівки з проведення гідробіологічних досліджень у водоймах України / Під ред. О. О. Костенко. – Київ: УкрНДІЕП, 2001.
117. Council Directive 2010/63/EU of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes // Official Journal of the European Communities. 2010. L. 276. P. 33-79.
118. Положення про Комітет з питань етики (біоетики) // (Нормативний документ Міністерства освіти, науки, молоді та спорту України. Наказ від 19.11.2012 № 1287): Нормативно-правова база Міністерства освіти і науки України, 2012 (офіційний веб-сайт) [Електронний ресурс]
119. Metailler R., Gabaudan J. Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*). Aquaculture. 1986. Vol. 59, no. 3-4. P. 319–320. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90013-x](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90013-x)
120. Optima WP3 Handbook. (12 січня 2023). Версія 1.02. [Посилання на документ] [optima-wp3-handbook-redfull12012023v102_0.pdf](#)
121. Стратегія адаптації до зміни клімату сільського, лісового та рибного господарства України до 2030 року // Кабінет Міністрів України. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua>.
122. Огляд стратегій адаптації до зміни клімату // Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua>.
123. Aquaculture Journal. Growth and Welfare of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) under Dietary Supplementation with Mixed-Layer Clay Mineral Montmorillonite-Illite/Muscovite in Commercial Aquaculture. // Free Full-Text. MDPI. 2020. – Доступний з: <https://www.mdpi.com>.
124. Задорожній М.В. Особливості загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) для вирощування у природних умовах Півночі України.

- Таврійський науковий вісник, Одеса, 2023, № 132, с. 352–357. [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.tnvagro.ksauniv.ks.ua/archives/132_2023/44.pdf.
125. Задорожній М.В., Бех В.В. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму водойм Полісся України. Рибогосподарська наука України, Київ, 2024, № 1 (67), с. 74–88. [Електронний ресурс]. DOI: 10.61976/fsu2024.01.074.
126. Задорожній М.В., Бех В.В. Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Таврійський науковий вісник, Одеса, 2024, № 135 (частина 1), с. 232–238. [Електронний ресурс]. Доступно: https://www.tnvagro.ksauniv.ks.ua/archives/135_2024/part_1-/33.pdf.
127. The Journal of Basic and Applied Zoology. Morpho-meristics, maturity stages, GSI and gonadal hormone plasticity of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) that invaded into the Ganga River, India. – SpringerOpen. – Доступний з: <https://basicandappliedzoology.springeropen.com>.
128. Aquaculture Journal. The African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) is a warm-water fish with increasing commercial importance worldwide. For instance, the production of this species in recirculating aquaculture systems (RAS) increased in Germany between 2019 (1,193,137 kg year⁻¹) and 2011 (318,575 kg year⁻¹). – MDPI. 2020. – Доступний з: <https://www.mdpi.com>.
129. Sustainability Journal. Commercial African Catfish (*Clarias gariepinus*) Recirculating Aquaculture Systems: Assessment of Element and Energy Pathways with Special Focus on the Phosphorus Cycle. – MDPI. 2018. – Доступний з: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1805>.
130. Aquaculture Journal. African catfish (*Clarias gariepinus*) were investigated for physiological stress parameters to assess the influence of different cultivation techniques on fish welfare. The fish were reared in two conceptually identical recirculating aquaculture systems (RAS) constructed in a greenhouse. – MDPI. 2020. – Доступний з: <https://www.mdpi.com>.

131. Mississippi State University. "MSU research contributes to significant rise in regional catfish farming productivity, use of cost-saving technology". Mississippi State University, 2020. Доступный з: <https://www.msstate.edu/newsroom/article/2020/03/msu-research-contribu-tes-signifi-cant-rise-regional-catfish-farming-productivity-use-cost-savingtechnology>.
132. Frontiers. "Aquaponics for Improved Food Security in Africa: A Review". Frontiers in Environmental Science, 2020. Доступный з: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2020.00007/full>.
133. Britz, P.J., & Hecht, T. Temperature Preferences and Optimum Temperature for Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*): Implications for Aquaculture. Aquaculture Research, 1987. – Доступный з: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848687800877>.
134. Mohammad, F., & Kumar, S. Feeding Frequency on Growth and Feed Conversion of *Clarias Gariepinus*. Journal of Aquatic Animal Health, 1990. – Доступный з: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08997659.1990.9676398>.
135. Solomon, S.G., & Udoji, F.E. (2011). Cannibalism of Juvenile Catfish (*Clarias Gariepinus* Burchell): Size Disparity and Growth Pattern as Major Factors. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, [1(1), 25-30]. Доступный з: <https://www.iosrjournals.org/iosr-javs/papers/vol1-issue1/F0112530.pdf>.
136. Hecht, T., & Appelbaum, S. (1988). Size distribution in African catfish (*Clarias gariepinus*) affects cannibalism: Implications for Aquaculture Management. Journal of Fish Biology, [33(6), 887-894]. DOI: 10.1111/j.10958649.1988.tb05508.x. Доступный з: <https://onlinelibrary.-wiley.com>.
137. Limbu, S. M. (2015). The effect of floating and sinking diets on growth performance, feed conversion efficiency, yield and cost-effectiveness of African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* reared in earthen ponds. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2(5), 253-259. Доступный з: <https://www.fisheriesjournal.com/archives/?year=2015&vol=2&issue=5&part=E&ArticleId=559>.

138. Britz, P.J., & Hecht, T. (1987). Temperature Preferences and Optimum Temperature for Growth of African Catfish (*Clarias gariepinus*): Implications for Aquaculture. Aquaculture Research. Доступний з: <https://www.-sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848687800877>.
139. Korostynska, O. (2010). Growth and Survival of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Larvae Fed Decapsulated Artemia, Live Daphnia, or Commercial Starter Diet. The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 62(1), 50-55.
140. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://meteorpost.com/weather/ climate/>.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. **Задорожній М. В.** Особливості загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) для вирощування у природніх умовах Півночі України. Таврійський науковий вісник. 2023. № 132. С. 352–357.

2. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Перший досвід вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму водойм Полісся України. Рибогосподарська наука України. 2024. № 1 (67). С. 74–88. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних джерел, досліджено можливість вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за природнього температурного режиму характерного для Полісся України. Бехом В. В. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

3. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Мінімально допустимі температури при вирощуванні африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) Таврійський науковий вісник. 2024. № 135. С. 232–238. *(Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних джерел, встановлено порогові значення мінімальних температур, які африканський сом може витримати без помітних негативних наслідків для свого здоров'я та життєздатності. Бехом В. В. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

Тези наукових доповідей

4. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Перспективи вирощування африканського сома у ставках в зоні Полісся України. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні

проблеми: 77-а Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Київ, 5–6 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 26–27. (Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).

5. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Перспективи загартування молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) для вирощування у земляних ставах на півночі України. Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів: V Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 8–9 листопада 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 144–145. (Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).

6. **Задорожній М. В.,** Бех В. В. Дослідження особливостей вирощування африканського сома (*C. gariepinus*) за температурного режиму водоїм притаманного Полісся України. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 78-а Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Київ, 25 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 44–46. (Задорожнім М. В. проведено аналіз літературних даних та проведено дослідження можливості отримання товарного африканського сома за вегетаційний період вирощування у земляних ставах та бетонних басейнах. Бехом В. В. здійснено науковий супровід).