

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
тваринництва та водних біоресурсів
(назва факультету (ННІ))

_____ Кононенко Р.В.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
аквакультури
(назва кафедри)

_____ Бех В.В.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему “РИБОВОДНО-БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДО ПРОЕКТУ
ГОСПОДАРСТВА З КУЛЬТИВУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS
GARIEPINUS*)”**

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д.б.н., доцент
Н.Я.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Рудик-Леуська
(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.С.-Г.Н.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Охріменко О.В.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Притула Є.В.
(ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
аквакультури**

д.с.-г.н., професор _____ Бех В.В.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПШБ)
“ ” 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Притулі Євгенію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 207 “ Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи “Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту господарства з культивування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)” затверджена наказом ректора НУБіП від «25» жовтня 2024 р. №1915 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.10.01.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи: Повносистемне рибне господарство індустріального типу з вирощування кларієвого сома в рециркуляційних аквасистемах. Потужність господарства – 100 т.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати сучасний стан і перспективи виробництва продукції африканського кларієвого сома в Україні і світі.
2. Проаналізувати технологію товарного вирощування кларієвого сома в рециркуляційній аквасистемі за повного циклу вирощування.
3. Здійснити підбір найбільш ефективної конфігурації РАС для культивування кларієвого сома, а також її оснащення та функціонування блоку водопідготовки.
4. Розрахувати потреби проектного господарства у біологічному матеріалі, кормах, технологічному оснащенні та з'ясувати його рентабельність.

Дата видачі завдання “01” листопада 2024 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

Охріменко О.В.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

Притула Є.В.

(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту господарства з культивування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)» викладена на 60 сторінках друкованого тексту, і складається з 14 рисунків, 3 таблиць, список літератури налічує 65 джерел.

Робота має огляд літератури, присвячений сучасному стану та перспективам вирощування кларієвого сома в Україні та світі, аналіз еколого-біологічних характеристик африканського кларієвого сома як об'єкта аквакультури. У роботі описано технологію одержання товарної продукції *Clarias gariepinus* за повноциклового його вирощування в умовах рециркуляційних аквасистем.

Обґрунтовано обране місце розташування проєктованого господарства, наведено основні рибоводно-біологічні нормативи вирощування кларієвого сома в індустріальній аквакультурі. Здійснено передбачені проєктом розрахунки потреб системи у біологічному матеріалі та технічних засобах. Проведено підбір устаткування для функціонування проєктованої РАС. Визначено економічну ефективність вирощування кларієвого сома в рециркуляційних системах.

Розроблений проєкт розглядається як придатний для впровадження на рибогосподарських підприємствах будь-якої форми власності.

ІНДУСТРІАЛЬНА АКВАКУЛЬТУРА, РЕЦИРКУЛЯЦІЙНІ АКВАСИСТЕМИ, АФРИКАНСЬКИЙ КЛАРІЄВИЙ СОМ, БІОФІЛЬТР, ВОДОПІДГОТОВКА, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	7
1.1. Еколого-біологічна характеристика кларієвого сома як об'єкта аквакультури.	7
1.2. Технологічні основи вирощування товарної продукції кларієвого сома....	10
1.3. Профілактика захворювань кларієвого сома в аквакультурі.....	15
1.4. Висновки за оглядом літератури.....	18
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1 Методи досліджень.	19
2.2. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування кларієвого сома в рециркуляційних аквасистемах.	19
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
3.1. Основні вимоги до місця спорудження проектного господарства з вирощування товарної продукції кларієвого сома.....	21
3.2. Технологія відтворення та вирощування кларієвого сома в РАС.....	35
3.3. Розрахункова частина.....	45
4. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ.....	47
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	53
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

ВСТУП

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) належить до видів, які активно культивуються в Україні за допомогою рециркуляційних аквакультурних систем (РАС). Через кліматичні умови вирощування цього виду в ставах протягом усього року залишається неможливим. Проте в літні місяці шанси на успішний розвиток значно зростають, адже температура води в цей період часто досягає оптимальних для африканського сома показників (24 °C і вище), що стимулює інтенсивне харчування й активний приріст ваги. З цих причин найбільш широко розповсюдженим способом вирощування товарної продукції кларієвого сома в Україні залишається з використанням рециркуляційних аквасистем (РАС), що дають змогу вирощувати його протягом повного циклу в контрольованих умовах та одержувати цілорічно цінну товарну продукцію [12].

Африканський кларієвий сом набув популярності у сфері аквакультури завдяки своїм фізіологічним особливостям. Його здатність адаптуватися до умов з низьким вмістом кисню, високою щільністю посадки та змінними екологічними параметрами забезпечує успішне виживання і ріст. Завдяки швидкому темпу росту, високій стійкості до захворювань і здатності споживати різноманітні корма, цей вид вважається перспективним для інтенсивного промислового розведення. Разом з тим ефективне вирощування африканського сома в умовах РАС вимагає детального розуміння технологічних процесів, які забезпечують стабільність роботи системи. Це включає контроль водообміну, оптимізацію фільтрації, забезпечення аерації та підтримку стабільних умов, таких як температура і екологічні показники [4].

Таким чином, об'єктом дослідження були інноваційні технології інтенсивного культивування африканського сома в замкнених рециркуляційних аквакультурних системах.

Предмет дослідження - технологічні підходи до проектування рибного господарства для розведення африканського сома в умовах РАС.

Мета роботи полягає в розробці проєкту господарства з вирощування кларієвого сома, спрямованого на виробництво 100 тонн товарної продукції, який передбачає комплексний підхід до її подальшої реалізації. У цьому контексті проєкт враховує широкий спектр економічних, екологічних і технологічних чинників, необхідних для забезпечення ефективності функціонування господарства, сталого розвитку та конкурентоспроможності на продовольчих ринках.

Для реалізації мети було виконано наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасний стан і перспективи виробництва продукції африканського кларієвого сома в Україні і світі.
2. Проаналізувати технологію товарного вирощування кларієвого сома в рециркуляційній аквасистемі за повного циклу вирощування.
3. Здійснити підбір найбільш ефективної конфігурації РАС для культивування кларієвого сома, а також її оснащення та функціонування блоку водопідготовки.
4. Розрахувати потреби проєктованого господарства у біологічному матеріалі, кормах, технологічному оснащенні та з'ясувати його рентабельність.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Еколого-біологічна характеристика кларієвого сома як об'єкта аквакультури

Сомові риби здебільшого представлені тропічними видами, проте лише незначна їх частина адаптувалася до помірних регіонів. В аквакультурі головну увагу приділяють потребам риб у кормах і оптимальних умовах середовища. Африканський сом демонструє унікальну здатність виживати за надзвичайно низького рівня розчиненого кисню у воді, оскільки може використовувати атмосферне повітря для дихання. Ця особливість робить його надзвичайно привабливим для інтенсивного розведення [4, 5].

Завдяки невибагливості до умов утримання та простій технології масового розмноження, африканського сома вважають перспективним видом для аквакультури. На сьогодні розроблено ефективні методи його вирощування у ставках та штучних водоймах тропічних країн. З 1980-х років активно проводяться дослідження з адаптації цього виду до помірного клімату. Основна увага зосереджена на використанні систем із контрольованою температурою води, зокрема установок замкненого водопостачання. Завдяки таким рішенням африканського сома активно культивують у країнах із помірним кліматом, таких як Нідерланди, Угорщина, Бельгія, Німеччина, Чехія, Польща та інших [10, 11].

Африканський сом *Clarias gariepinus* (Burhell, 1822) має характерну видовжену форму тіла. Його сплющена і загострена голова доповнюється невеликими очима. На першій зябровій дузі знаходиться від 24 до 110 зябрових тичинок. Рот у цієї риби великий і розташований у кінцевій частині голови. Для сома характерна наявність чотирьох пар довгих вусиків. Спинний і анальний плавці значної довжини, тоді як жировий плавець повністю відсутній. Передній край першого грудного променя забезпечений зазубреними виступами. Хвостовий плавник має округлу форму. Забарвлення тіла варіюється від піщано-

жовтого до темно-сірого або жовтувато-бурого із зеленувато-бурими плямами, тоді як черевце залишається світлим, білим (рис. 1.1) [1, 25, 40,].



Рис.1.1. Африканський сом Clarias gariepinus

Кларієвого сома можна зустріти на більшій території Африканського континенту, а також у Йорданії, Лівані, Ізраїлі та Туреччині. Вид був штучно переселений у більшість країн Африки, де раніше природно не мешкав, а також у декілька країн Європи, Азії та Південної Америки [62, 57, 48].

Clarias gariepinus – прісноводна риба, яка може переносити солоність води до 10 ‰, що є прийнятним рівнем для її вирощування. Оптимальний температурний діапазон для утримання цього сома становить 24-30 °С. Хоча ріст можливий при температурах вище 20 °С, найкращі умови забезпечуються при 24-27 °С. Для розвитку личинок оптимальними є температури в межах 27-30 °С. Рівень витривалості знижується при температурах нижче 12 °С, що призводить до їхньої загибелі [52, 47].

Африканський сом водиться в різноманітних водоймах, таких як озера, річки, водосховища та заплавні водойми. Він добре пристосований виживати навіть у тих місцях, які час від часу пересихають. Особливо характерними для його проживання є пересихаючі заплавні озера та протоки. Завдяки здатності дихати атмосферним киснем, сом може мігрувати суходолом між водоймами або закопуватися в мул під час посухи, коли вода повністю зникає. Крім того, він легко пересувається з головного русла річки до її численних відгалужень.

Африканський сом виявив чудову пристосованість до специфічних умов водного режиму. Швидкість його розвитку вражає, адже статевої зрілості цей вид досягає вже на першому році життя. Завдяки цьому сом в змозі розмножуватися навіть у менш придатних водоймах, таких як відгалуження річок та озер. Після закінчення сезону дощів він активно розпочинає горизонтальні міграції, переміщуючись у пошуках оптимальних місць для нересту. Підвищення рівня води, яке супроводжує початок нового сезону дощів, стає ключовим стимулом для статевого дозрівання та процесу розмноження. Саме під час затоплення відбувається нерест [19, 24].

Кларієвий сом характеризується раннім досягненням статевої зрілості, що відбувається вже протягом першого року життя, навіть коли маса його тіла не перевищує 400 г. Проте дана риба демонструє інтенсивний ріст, адже до кінця першого року життя її вага може становити від 1 до 1,5 кг [42, 43]. Ця характеристика робить вид надзвичайно перспективним для аквакультури. На сучасному етапі розвитку рибництва рентабельність визначається насамперед об'єктами з високою плодючістю, що дає змогу ефективно вирощувати рибопосадковий матеріал у масовому масштабі. Африканський сом є однією з найефективніших риб у цьому контексті, адже йому властива значна репродуктивна здатність. За сприятливих умов самка може продукувати до 60 000 ікринок на кожний кілограм своєї маси тіла (рис. 1.2) [65, 59].



Рис.1.2. Ікра кларієвого сома

У природному середовищі запліднені ікринки закріплюються на занурених рослинах. Інкубація триває від 20 до 60 год, залежно від температури води.

Личинки, що вилупилися, протягом 3-4 днів поступово засвоюють жовтковий мішок, а через 5-6 днів починають самостійно харчуватися. Процес формування статевих ознак у молодих особин стартує на 10–15 день після народження. За оптимальної температури води, яка перевищує 24 °С, личинки інтенсивно ростуть завдяки багатій кормовій базі, характерній для затоплених заплав. Через місяць мальки досягають ваги 3–7 г. У міру висихання заплав вони поступово рухаються за водними потоками, повертаючись до основного русла річки чи водойми. Африканський сом – це хижа риба з різноманітним раціоном. Дорослі особини споживають як зоопланктон, комах, черв'яків, ракоподібних і дрібну рибу, так і водну рослинність, зернові культури, а в окремих випадках навіть дрібних ссавців й птахів. Його всеїдність робить цей вид особливо привабливим для розведення в аквакультурі та популярним серед рибоводів. Як типовий представник родини кларієвих, африканський сом має невеликі очі й активно використовує чутливі вусики для пошуку їжі, переважно вночі. До 70% харчування здійснюється саме в темний час доби. Їжу сом захоплює блискавично, широко відкриваючи рот і миттєво поглинаючи здобич [13, 26, 58, 61].

1.2. Технологічні основи вирощування товарної продукції кларієвого сома

Африканський сом протягом декількох століть був важливим об'єктом рибальства в таких країнах, як Гана, Бенін, Нігерія та Камерун. Перші спроби вирощування цього виду були здійснені в період з 1950-х по 1970-ті роки. Основною складністю тоді залишалось забезпечення контрольованого штучного розмноження. У 1980-х роках, завдяки проведеним дослідженням у Європі (зокрема, Нідерланди та Бельгія) і на африканському континенті (Центральна Африканська Республіка, Південно-Африканська Республіка, Кот-д'Івуар, Нігерія), була розроблена базова технологія штучного відтворення сома із застосуванням гормональної стимуляції [14, 15].

Ця технологія стала ключовим фактором для активного залучення африканського сома до аквакультури. На африканському континенті сом перетворився на об'єкт монокультури, проте згодом виникло ще одне важливе

напрямок його застосування - використання сома як риби-меліоратора. Його почали використовувати для регулювання надлишкового розмноження тилапії у земляних ставках, а також при спільному вирощуванні тилапії обох статей (рис.1.3) [20, 32].



Рис.1.3. Ставове вирощування кларія

З розвитком технологій у 1990-х роках було значно вдосконалено виробництво гранульованих кормів із високим вмістом протеїну, що позначилося на розробці нових інтенсивних методів вирощування африканського сома. Цей вид тепер активно культивують у ставках, басейнах, садках і рециркуляційних аквакультурних системах (РАС). Нині *Clarias gariepinus* набуває дедалі більшої популярності як один із перспективних об'єктів прісноводної аквакультури. Технології масового відтворення цього виду успішно освоєні в риборозплідних господарствах. Запроваджено рішення як для невеликих фермерських угідь, так і для великих промислових підприємств, що впроваджують високотехнологічні процеси, придатні як до екстенсивного, так і до інтенсивного способу вирощування. У країнах, таких як Нігерія та Камерун, культура вирощування африканського сома базується на отриманні молодняка від селекційних плідників або вилові його з природних водойм із подальшим дорощуванням у ставкових умовах [53, 54].

При отриманні рибопосадкового матеріалу на підприємствах плідників завжди застосовують стимуляцію гонадотропними гормонами. Серед найбільш поширених препаратів використовуються Оварімі, дезоксикортикостерона ацетат (DOCA), хоріонічний гонадотропін (HCG), гіпофізи сомів з маточного

стада, а також гіпофізи інших видів риби, таких як звичайний короп чи Нільська тилapia, і навіть жаб. Уряди Нігерії та Камеруну активно підтримують дослідження, спрямовані на вдосконалення маточного стада та надання допомоги підприємцям, які займаються вирощуванням якісного рибопосадкового матеріалу. Це також сприяє ефективнішому контролю за ринком розведення риби.

На господарствах екстенсивного типу личинок починають годувати після того, як зникає жовтковий міхур. Для цього використовують спеціальну суміш, що складається з коров'ячого мозку та яєчного жовтка. Такий раціон згодовують протягом 4–6 днів, після чого молодь пересаджують у підготовлені ставки з посадковою щільністю 50–80 особин на квадратний метр. Попередньо ставки удобрюють, найчастіше курячим послідом, щоб активізувати розвиток природної кормової бази, особливо зоопланктону [27, 33].

Фермери, які розводять сомів у невеликих масштабах, облаштовують спеціально захищені ставки, що унеможлиблює доступ хижаків. Вилов та сортування молоді здійснюються через 24–28 днів, коли середня маса мальків досягає 5–7 г. Оскільки для нагульних ставків маса риби повинна становити щонайменше 10 г, рибоводи часто організують додаткову відгодівлю. Водночас, за умов високого попиту, мальків можуть продавати при меншій масі, наприклад 6 г, без подальшого доопрацювання [46, 50].

Зазвичай, рівень виживаності мальків у ставкових системах коливається в межах 25–35%. При оптимальних умовах утримання один мальковий став здатен генерувати до 20 000 цьоголіток середньою масою 5 г за умови використання одного кілограма маси самки для отримання ікри.

У великих аквакультурних підприємствах Нігерії активно інтегруються інноваційні підходи до рибозведення шляхом впровадження інтенсивних технологій на основі рециркуляційних аквасистем (РАС). Ці системи передбачають використання генетично модифікованих плідників, що сприяє значному підвищенню ефективності виробництва. Поряд із цим, на фермах проводиться вирощування кормових організмів, таких як *Brachionus*, *Moina*, *Daphnia* та *Artemia*, безпосередньо на місці. У рециркуляційних системах

щільність посадки молоді риб досягає 5000–15000 особин на один кубометр води, при цьому показники виживаності становлять близько 75%. Запровадження таких високотехнологічних виробничих процесів сприяє забезпеченню аквакультурної галузі високоякісним рибопосадковим матеріалом, який відіграє вирішальну роль у її стабільному розвитку [51, 55, 44].

У рециркуляційних системах вирощування мальків риб з початковою масою від 0,05 до 0,1 г застосовують годування артемією та гранульованими кормами розміром фракції 0,25 мм. Цей процес триває протягом 14 діб у басейнах місткістю від 100 до 1000 л при щільності 600 особин на м³. Надалі мальки, які досягли маси від 0,1 до 1 г, переносяться до басейнів об'ємом 600-1000 л із щільністю посадки 10 000 особин на кубометр. У цьому етапі годування здійснюється сухим кормом розміром фракції 0,3-0,8 мм протягом 26 днів. Молодь риби, маса якої становить від 1 до 8 г, утримують у резервуарах місткістю від 600 до 6000 л за щільності посадки 400 особин на м³. У цей період використовується сухий корм із розміром фракції 0,8-1,5 мм упродовж 20 діб (рис.1.4) [41, 37, 34].



Рис.1.4. Вирощування африканського сома в РАС

Ключовим фактором ефективного функціонування подібних систем є підтримання оптимальних фізико-хімічних параметрів водного середовища. Зокрема, температура повинна залишатися на рівні 28°C, значення рН підтримується в межах 7, а концентрації аміаку (NH₃) та нітритів (NO₂) не перевищують показників у 3 та 1 мг/л відповідно. Забезпечення таких умов є

критичним для збереження здоров'я та забезпечення ефективного росту і розвитку риб.

У країнах Азії, зокрема Непалі та Бангладеші, культивування сомів у невеликих ямах та канавах є звичною і широко поширеною практикою в рибному господарстві. Такі ями, зазвичай площею від 1 до 2 м², активно використовуються для зариблення сомами. Щільність посадки мальків варіюється залежно від конкретних умов господарства і становить, як правило, від 40 до 80 особин на м³. Ефективність виходу мальків із подібних водойм коливається в межах від 30 до 50 %, а середня маса товарної риби, вирощеної в таких умовах, становить приблизно 300 г. Період вирощування, як правило, займає від 5 до 7 місяців. Продуктивність під час цього циклу може досягати 40–60 тонн на гектар. Відповідно до розроблених методичних рекомендацій щодо годування, сомів можна вигодовувати різноманітними кормами, такими як субпродукти (лівер), хліб або кукурудзяне борошно [21, 22, 23].

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 тиліпію [46].

1.3. Профілактика захворювань кларієвого сома в аквакультурі

Паразитарні захворювання. Серед паразитарних захворювань кларієвого сома, зазначених у літературних джерелах, найчастіше згадується ураження екіциліарними інфузоріями *Trichodina sp.* (виявлено у 20% особин), *Epistylis sp.*

(у 15% особин), що може спричинити загибель окремих екземплярів риб [3] (рис.1.5).



Рис.1.5. Ураження кларія інфузоріями *Trichodina sp.*

Окремі екземпляри *Gyrodactylus spp.*, декількох видів, також відзначаються на зябрових кришках [1]. Риби, уражені цими ектопаразитами, характеризуються побілінням шкіри, надмірним виділенням слизу, а також виразками на нижній частині тіла. Найпоширенішим паразитом є *Gyrodactylus sp.*, його вже можна зустріти у 30% особин [15].

Соми схильні до захворювання іхтіофтіріозом (хвороба білих плям), найпоширенішого і стійкого захворювання у багатьох комерційних і декоративних видів риб [19]. Це захворювання викликається ектопаразитичними інфузоріями *Ichthyophthirius multifiliis*, які в основному вражають плавці і зябра, характеризується білими плямами по всій поверхні тіла риби. У боротьбі з цією хворобою використовується вакцина [7]. Однак ця вакцина не завжди виявляє свою ефективність, оскільки в дослідженні [8] відзначається наявність, крім стандартної імунної відповіді, інших захисних механізмів (рис.1.6).

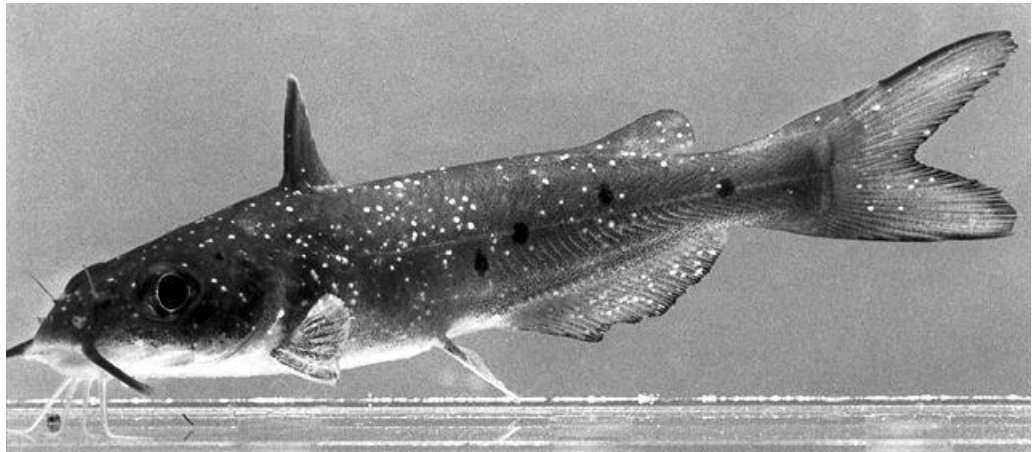


Рис.1.6. Іхтіофтиріоз кларія

Серед збудників паразитарних захворювань кларія також відзначають: *Contracaecum sp.*, *Clinostomum sp.*, *Camallanus sp.*, *Eustrongylides sp.*, *Ligula intestinalis* і *Proteocephalus sp.* [12]. Поява цих видів залежить від середовища утримання, однак в УЗВ ймовірність їх розвитку практично відсутня [13]. Причиною цього є наявність в життєвому циклі паразитів проміжних хазяїв, яких немає в УЗВ. Незважаючи на це, у сомів можна зустріти паразитичних черв'яків родів *Capillaria* і *Contracaecum* [16]. Ці види червів можуть спричинити пошкодження або руйнування внутрішніх органів, в деяких випадках призвести до безпліддя, сліпоти. Вони особливо небезпечні для молоді риб, оскільки значно знижують темпи росту. Гельмінти видів *Clarias gariepinus* і *Synodontis clarias* можуть спричиняти точковий некроз епітеліальних тканин, а також провокувати запальні процеси.

Вірусні захворювання. Вірусні захворювання каналного сома (*Ictalurus punctatus*) і сома кларієвого (*Clarias gariepinus*) за клінічними ознаками ураження можуть нагадувати герпесвірус, який уражає коропових. Цей вірус також відомий як ССВ. Варто зазначити, що це вірусне захворювання зустрічається в цілому у всьому сімействі *Siluridae* [24, 27].

Вірусні захворювання потрапляють на ферми Європи разом із рибним запасом із Південно-Східної Азії, навіть за відсутності клінічних ознак риба може бути носієм захворювання, яке проявляється в інших рибах [25]. Клінічні ознаки найчастіше виникають, якщо сома вирощують за високих температур.

Вірусні захворювання вражають особин різного віку, при цьому клінічні прояви захворювання можуть бути різного характеру, найпоширенішими з яких є: зміни в поведінці риб, відмова від корму, порушення цілісності шкіри та ряд інших [24]. У разі зараження герпесвірусною хворобою, спричиненою РНК-вірусом [26], переважно уражалися молоді риби, тоді як дорослі особини старше 6 місяців були байдужі до інфекції. Заражені мальки слабшають, слабо рухаються біля поверхні води, після занурення на дно гинуть. Боротьба з цим вірусом полягає у знищенні заражених риб, зливів води з басейну та дезінфекції його хлоркою.

Бактеріальні захворювання. Найнебезпечніші захворювання бактеріального характеру можуть бути викликані 17 родами бактерій: *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *A. sobria*, *Bacillus sp.*, *Edwardsiella tarda*, *Plesiomonas shigelloides*, *Pseudomonas sp.*, *P. aeruginosa*, *Salmonella sp.*, *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* [10]. Однак найпоширенішими серед них є *Aeromonas hydrophila* та *Flexibacter columnaris* [2, 18].

Штам *F. Columnaris*, виявлений в Індії [9], проявив резистентність до 29 з 37 протестованих антибіотиків. Це сталося через те, що скрізь використовували лише кілька найдоступніших видів антибіотиків, що призвело до появи нового штаму, стійкого до них. Хвороби бактеріальної етіології часто ускладнюються грибковими та вірусними інфекціями та складністю їх диференціації. З цієї причини антибіотикотерапія сама по собі не є ефективною і вимагає або застосування комплексних препаратів, або визначення резистентності.

Основними причинами бактеріальних інфекцій можна вважати сукупну дію таких факторів: температура, органічне забруднення водного середовища, висока щільність посадки. Профілактика бактеріальних захворювань полягає у використанні: обробки води ультрафіолетом, застосування пробіотичних препаратів, озонування води. Відомо, що для сома позитивний ефект мають препарати, до складу яких входять бактерії *Bacillus subtilis* і *Bacillus licheniformis*, мають позитивний ефект. Ці мікроорганізми пригнічують велику кількість грампозитивних і грамнегативних патогенних бактерій [28, 35]. Також відомо про

підвищення резистентності сома до *Aeromonas hydrophila* при додаванні до корму часнику (*Allium sativum* L.).

1.4. Висновки за оглядом літератури

Африканський сом (*Clarias gariepinus*) займає провідну позицію серед основних об'єктів індустріальної аквакультури України, адже його вирощування переважно здійснюється у рециркуляційних аквакультурних системах (РАС). Утім, його постійне утримання у ставкових умовах протягом року є малоймовірним через кліматичні обмеження регіону. Водночас, упродовж вегетаційного періоду існує значний потенціал для успішного вирощування сома до товарної маси. Це пояснюється тим, що температурний режим води в цей період досягає оптимального для африканського сома рівня (близько 24 °С), сприяючи його інтенсивному зростанню та підвищенню апетиту.

Застосування комбінованого методу вирощування цього виду відкриває перспективи суттєвого зниження витрат на електроенергію, оскільки зникає необхідність у підігріванні води та її примусовій циркуляції. До того ж, такий підхід може позитивно позначитися на якості кінцевої продукції. Зокрема, утримання сома в ставкових умовах за нижчої щільності посадки сприяє виробництву більш якісної риби, порівняно з інтенсивним вирощуванням у РАС.

На сьогодні спостерігається відсутність достатньої кількості наукових даних стосовно технологій вирощування африканського сома у ставках і басейнах у межах території Полісся України. Це вимагає спрямування подальших досліджень на адаптацію цього виду до особливостей регіону. З огляду на це, проблема проведення комплексних наукових досліджень щодо розробки ефективних методик вирощування африканського сома у вегетаційний період стає вкрай актуальною. Такі дослідження мають враховувати специфіку кліматичних умов Полісся і характер функціонування як ставкових, так і промислових господарств.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи досліджень

Об'єктом дослідження для проектної роботи було обрано систему рециркуляційної аквакультури (РАС), призначену для вирощування африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Основна увага була зосереджена на вивченні біологічних особливостей цього виду, технології його культивування у РАС, а також на технічних аспектах функціонування системи. До ключових параметрів дослідження відносились якість води, показники її циркуляції та ефективність біофільтраційних процесів.

У межах виконання проекту застосовувались такі дослідницькі методи:

- аналіз науково-технічної літератури з метою визначення оптимальних умов вирощування африканського сома в РАС, зокрема аналіз температурного режиму, рівня кисню, концентрації аміаку та інших ключових показників якості води;

- розрахунковий метод для визначення потреб господарства в матеріально-технічному обладнанні та різновіковому матеріалі кларієвого сома, економічних показників ведення діяльності;

- експериментальні дослідження, спрямовані на оцінку ефективності різних систем фільтрації, аерації та підтримання гідрохімічних параметрів у РАС. На базі лабораторії технологій в аквакультурі факультету тваринництва та водних біоресурсів проводилися заміри змін рівнів нітратів, аміаку та кисню під час експлуатації системи. Використовувались різні технологічні підходи до годівлі кларієвого сома.

2.2 Рибоводно-біологічні нормативи вирощування кларієвого сома в рециркуляційних аквасистемах

Рибоводно-біологічні нормативи технології вирощування африканського кларієвого сома в РАС, які використовувались при розрахунках потреб проектного господарства наведено у таблиці 2.1.

**Рибоводно-біологічні нормативи технології вирощування
африканського кларієвого сома в РАС [3, 2]**

Показник	Норматив
Температура води	28-30 °С
Солоність води	0-12 ‰
pH	6,5-8,5
Рівень O ₂	5 мг/л
Щільність посадки рибопосадкового матеріалу	30-50 кг/м ³
Щільність посадки товарної риби	100-150 кг/м ³
Добовий раціон	1,5 % від маси тіла
Нерестова температура	23-25 °С
Міжнерестовий інтервал	3 міс.
Тривалість ембріогенезу	25 год.
Маса товарної риби	800-1200 г
Вихід товарної продукції	400-500 кг/м ³
Вміст протеїну в комбікормі	35-38 %

Показники нормування годівлі різновікових груп кларієвого сома визначали у залежності від маси тіла риби:

- 0-10 г – КК 0,8
- 10-50 г – КК 0,9
- 50-150 г – КК 1,0
- 150-300 г – КК 1,1
- 300-500 г – КК 1,2
- 500-1000 г – КК 1,3
- понад 1000 г – КК 1,4

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Основні вимоги до місця спорудження проектного господарства з вирощування товарної продукції кларієвого сома

Проектоване господарство доцільно розташувати у межах Вишгородського району Київської області, поблизу населених пунктів, таких як село Лютіж. Вибір цієї ділянки обґрунтовується низкою сприятливих факторів. Територія правого берега характеризується підвищеним рельєфом і природним захистом від затоплення завдяки високому корінному берегу. Це сприяє оптимальним умовам водообміну та зручного відведення води.

Важливим є й те, що район Вишгородщини має добре розвинену інфраструктуру та зручне транспортне сполучення зі столицею, що забезпечує своєчасне постачання ресурсів і залучення кваліфікованих спеціалістів. Таким чином, аналіз географічних і господарських чинників підтверджує доцільність вибору даної ділянки для створення рибоводного підприємства відповідного профілю та продуктивності.

Вишгородський район знаходиться в зоні переходу між Придніпровською височиною, яка представлена Київським плато на правому березі, та Поліською низовиною, розташованою на півночі Київської області. Його рельєф відзначається яскраво вираженим контрастом між правобережною і лівобережною частинами річки Дніпро. Правий берег характеризується підвищеним горбистим рельєфом, особливо в околицях села Лютіж, де круті схили корінної долини піднімаються на висоту 30-50 метрів та безпосередньо прилягають до берега Київського водосховища. Водночас лівий берег є складником Придніпровської низовини, що вирізняється низькою та рівнинною поверхнею [9].

Особливості рельєфу правобережжя створюють сприятливі умови для облаштування ставкових господарств і споруд риборозплідників. Рельєф забезпечує природну гравітаційну подачу води та сприяє самопливному

осушенню ставків у напрямку водосховища. Крім того, ця територія має захист від затоплення завдяки підтримуванню рівня води в Київському водосховищі на позначці 102-103 м над рівнем моря, тоді як прилеглі плато розташовані вище зазначеного рівня. Рельєф місцевості характеризується рівнинно-хвилястою поверхнею, яка порізана балками і ярами, що спрямовуються до водосховища.

Помірно розчленований рельєф правобережжя відповідає всім технологічним і екологічним вимогам для спорудження ставкових господарств. Він дозволяє організовувати каскади ставків на схилах і забезпечує можливість повного їхнього спуску самопливом. Крім того, система каналів спрямовує випуск мальків до водосховища, полегшує відведення зайвої води та унеможлиблює її застій. Це сприяє підтриманню оптимальних гідрохімічних параметрів, які є необхідними для ефективного функціонування риборозплідника.

Геологічна структура регіону визначається переважно четвертинними відкладами, що мають річкове та льодовикове походження. У надрах Київської області поширені кристалічні породи Українського щита, такі як граніти та гнейси, які вкриті потужною товщею осадових порід, серед яких виділяються піски, суглинки, глини та леси. На досліджуваній території правобережжя геологічні утворення на поверхні переважно представлені пухкими відкладами долини Дніпра. До цих відкладів належать водно-льодовикові піски, супіски та суглинки, які місцями супроводжуються прошарками глини. Відповідно до геологічної карти Київської області, значне поширення мають ґрунтоутворюючі породи, такі як суглинки та глини. Останні мають вагоме промислове значення, зокрема у місцях залягання цегельних глин і каоліну.

Ґрунтовий покрив досліджуваної території формувалася в умовах мішанолісового (поліського) типу ґрунтоутворення, що обумовило поширення дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу, зокрема супіщаних і суглинково-піщаних. Ці ґрунти вирізняються помірною або зниженою родючістю, кислою реакцією, а також порівняно низьким вмістом гумусу. У понижених рельєфних зонах, переважно поблизу берегів водосховища,

поширені оглеєні ґрунти заплавного походження, до яких належать дерново-глеєві, лучні та болотні ґрунти. Вони формувалися на місці старої заплави річки Дніпро і зазвичай характеризуються високим рівнем зволоження та значним вмістом органічних решток.

З огляду на придатність згаданих ґрунтів для створення риборозплідних комплексів, можна виділити кілька важливих аспектів. Дерново-підзолисті супіщані ґрунти мають помірну водонепроникність і високу пористість, що може спричиняти часткову фільтрацію води через дно штучних ставків. Це створює потребу в додаткових технічних заходах під час облаштування водойм. Зокрема, необхідним є ущільнення ложа ставків, а за умови значних втрат води - застосування підсипання шарів глини або встановлення гідроізоляційних екранів для забезпечення високого рівня водонепроникності.

Клімат району розташування господарства - помірно континентальний, з м'якою відносно теплою зимою та теплим літом, при достатньому зволоженні протягом року. Для Київщини характерні помірні температури: середня температура повітря літніх місяців становить близько $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$, зимових - близько $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютні екстремуми температур коливаються від мінімуму $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ (zareєстровано взимку) до максимуму $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (влітку у затінку). Зима зазвичай починається в кінці листопада - на початку грудня; стійкий сніговий покрив утримується в середньому 90- 100 днів на рік, максимальна висота снігу може досягати 20- 30 см. Весна і осінь перехідні, з частими змінами погоди. Літо тепле, часом спекотне (середня температура липня $+19\dots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, у окремі дні до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ і більше).

Район отримує достатню кількість атмосферних опадів - в середньому близько 600- 620 мм за рік. Близько 70% річної суми опадів припадає на теплий період (кінець весни - літо), з максимумом у червні-липні. Найбільш дощові місяці - червень (середня норма 80- 90 мм) та липень; за окремі роки влітку можливі зливи, коли за добу може випадати місячна норма опадів. Взимку опадів випадає менше (місячна норма січня $\sim 35-40$ мм, переважно у твердому вигляді -

сніг). Такий режим опадів зумовлює весняне водопілля в річках регіону внаслідок танення снігу та річний мінімум стоку восени.

До основних кліматоутворюючих чинників району належать: широта і радіаційний баланс (регіон отримує помірну кількість сонячної радіації, близько 97-100 ккал/см² на рік); циркуляція атмосфери (переважання західного переносу повітряних мас з Атлантики, що приносять вологі помірні повітря, чергування з вторгненнями арктичного повітря взимку та континентального сухого повітря з південного сходу влітку); підстильна поверхня (близькість великої водної поверхні водосховища та значні лісові масиви Полісся дещо пом'якшують локальний клімат, підвищують вологість повітря, знижують амплітуди температур).

Для забезпечення водопостачання господарства будуть використовуватись підземні води, які в обраному районі відповідають вимогам до риборозведення. Гідрохімічні показники води наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Гідрохімічні показники джерела водопостачання проєктованого господарства [9]

Параметр	Одиниця виміру	Нормативне значення	Фактичне значення
pH		6,5 – 8,5	7,1
Розчинений кисень	мг/л	5 – 10	7,2
Амоній (NH ₄ ⁺)	мг/л	< 0,5	0,37
Нітрати (NO ₃ ⁻)	мг/л	< 10	5,0
Нітрит (NO ₂ ⁻)	мг/л	< 0,1	0,03
Кальцій (Ca ²⁺)	мг/л	40 – 100	60
Магній (Mg ²⁺)	мг/л	10 – 50	24
Залізо (Fe ²⁺)	мг/л	< 0,2	0,05
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/л	< 250	115
Хлориди (Cl ⁻)	мг/л	< 250	50
Твердість	мг-екв/л	3 - 7	4,2

Проєкт передбачає вирощування товарної продукції кларієвого сома в умовах рециркуляційної аквакультурної системи. Рециркуляційні аквасистеми

(РАС) представляють інноваційні технології, що ґрунтуються на застосуванні спеціалізованого обладнання для культивування риби та інших водних організмів у середовищі, повністю контрольованому людиною. Центральним принципом функціонування таких систем є замкнутий водообіг, за якого вода після використання в виробничих басейнах підлягає очищенню та рециркуляції. Це дозволяє мінімізувати втрати водних ресурсів і створювати умови для постійного моніторингу параметрів середовища.

Завдяки інтеграції РАС у виробництво стає можливою цілорічна аквакультура, незалежна від кліматичних та сезонних впливів, що розширює потенціал для культивування різноманітних видів гідробіонтів у регіонах із різними природними умовами. Ключовою перевагою цих систем є можливість детального регулювання основних параметрів довкілля, таких як температура води, рівень кисню, інтенсивність освітлення й хімічний склад. Такий підхід забезпечує оптимальні умови для розвитку гідробіонтів, знижує рівень стресу у риб і сприяє прискоренню їхнього росту.

Контроль абіотичних факторів у РАС дозволяє скоротити терміни вирощування, прискорити дозрівання плідників і забезпечує регулярне отримання якісного молодняка та рибопосадкового матеріалу. Таким чином, ці системи значно підвищують продуктивність та ефективність аквакультурного виробництва завдяки створенню стабільно контрольованих умов для вирощування водних організмів.

Конструкція рециркуляційної аквакультурної системи може варіюватися залежно від специфіки вирощуваних гідробіонтів, проте її незмінною характеристикою є інтеграція блоків водоочищення, що забезпечують ефективне повторне використання водних ресурсів. Основоположний принцип роботи таких систем полягає у циклічному очищенні води, яка використовується у басейнах для вирощування риби. На початковому етапі вода надходить до механічного фільтра, який виконує функцію видалення твердих частинок. Наступний етап включає проходження через біологічний фільтр, у якому здійснюється процес нітрифікації, що дозволяє ефективно усунути аміак та інші

токсичні сполуки. Кінцева стадія передбачає аерацію, під час якої відбувається видалення надлишкового вуглекислого газу і збагачення води киснем, необхідним для забезпечення життєдіяльності гідробіонтів (рис.3.1).

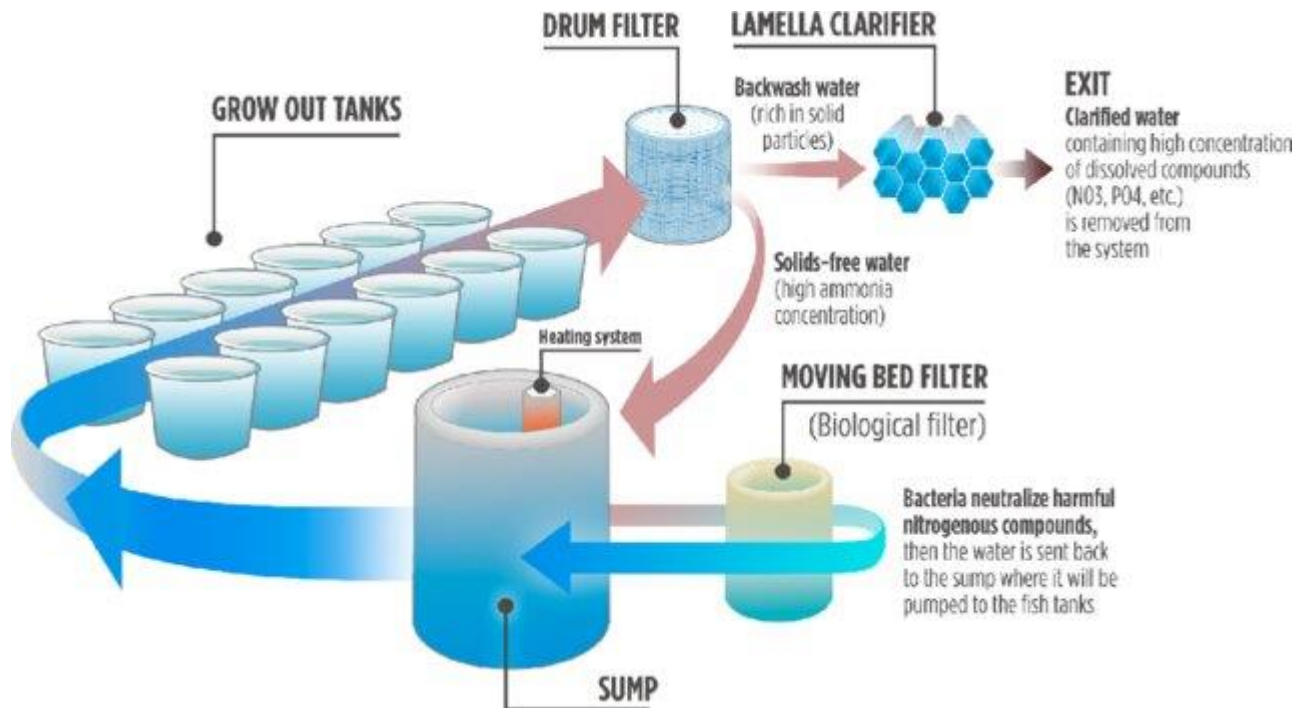


Рис.3.1. Структурні компоненти РАС

У рибницьких басейнах відбувається постійна циркуляція води: чиста, насичена киснем вода подається для створення сприятливого середовища для аквабіонтів, тоді як відпрацьована вода, збагачена метаболітами та збіднена на кисень внаслідок його біологічного споживання, відводиться. Інтенсивність забруднення стічних вод корелює з об'ємом використаних кормів. Оптимізація конструктивних характеристик басейнів, зокрема, їх габаритів, геометрії, глибини та потенціалу до біоремедіації, дозволяє значно покращити результативність аквакультури.

Господарство буде обладнано круглими басейнами для потреб вирощування різновікового матеріалу кларієвого сома. Круглі басейни, завдяки специфіці гідродинамічних процесів та впливу сили тяжіння, демонструють високу результативність у пришвидшеному виведенні органічних речовин, хоча дієвість даного процесу суттєво корелює з їхніми габаритами. У зазначених конфігураціях водний об'єм безперервно циркулює навколо центральної осі, що

значно оптимізує природні механізми самоочищення. У протиставлення, прямокутні резервуари не володіють аналогічною здатністю до автоочищення з огляду на відсутність впливу гравітаційних сил. У цих умовах ключова функція у звільненні від органічних часток покладається на етологічні особливості риб. Кут нахилу днища басейнів не є першорядним фактором у процесі самоочищення, проте істотно полегшує процедуру повного дренажу води.

Круглі басейни також характеризуються підвищеною міцністю та економічністю у зведенні, незважаючи на потребу у більшій площі. З іншого боку, восьмикутні басейни ефективніше утилізують простір, пропонуючи збалансоване рішення між продуктивністю та компактністю.

На початковому етапі водопідготовки відбуватиметься забір води з артезіанської свердловини та її подальше транспортування у резервуари для здійснення наступних технологічних операцій. Ключовим аспектом даної стадії є приведення фізико-хімічних показників води у відповідність до нормативних вимог, необхідних для успішного культивування риби або інших гідробіонтів.

В аквакультурі, в процесі засвоєння поживних речовин і дихання рибами, відбувається накопичення забруднень у водному середовищі. До них відносяться органічні відходи життєдіяльності, метаболіти газообміну, зокрема діоксид вуглецю, та азотовмісні сполуки, насамперед аміак. Внаслідок цього постає нагальна потреба у застосуванні дієвої системи водоочищення, здатної забезпечити стабільне підтримання сприятливих умов для існування риб.

Ефективне усунення завислих органічних часток є важливим завданням, яке вирішується за допомогою механічної фільтрації, що є невід'ємним елементом водоочисних систем. Дана технологія знаходить широке застосування в рециркуляційних аквакультурних системах, забезпечуючи елімінацію залишків корму, фекалій та інших органічних субстанцій. У рибницьких господарствах зазвичай використовуються механічні фільтри з фільтрувальними елементами, що мають розмір пор від 40 до 100 мкм, забезпечуючи тим самим результативну сепарацію забруднень з води рибоводних басейнів. Серед різноманітних

конструкцій механічних фільтрів особливою популярністю користуються барабанні фільтри (рис.3.2).



Рис.3.2. Механічний фільтр

Ключові переваги застосування такого типу фільтрації полягають у наступному:

- скорочення органічного навантаження на біофільтр, що сприяє його ефективній роботі;
- поліпшення прозорості води через усунення органічних частинок, що забезпечує підвищення її якісних характеристик;
- створення сприятливих умов для процесу нітрифікації, завдяки оптимізації біологічного очищення;
- забезпечення стабільності функціонування систем біофільтрації, що підвищує загальну ефективність технології водоочищення.

Біофільтрація є багатофазним, складним процесом, що передбачає трансформацію органічних субстратів у продукти, які не становлять загрози для гідробіонтів. Ключова роль у цьому процесі належить аеробним бактеріям, які використовують розчинений кисень. Їхня метаболічна активність призводить до утворення бактеріальної біомаси та впливає на кислотно-лужний баланс акваріумної води. На відміну від механічних фільтрів, які здатні затримувати лише певні органічні частинки, біофільтри здатні обробляти розчинені органічні

речовини, включаючи фосфати та нітрогеновмісні сполуки. Фосфати, демонструючи відносну інертність, не є токсичними, тоді як аміак (NH_3), форма азоту, характеризується високою токсичністю. У біофільтрі аміак піддається конверсії у нетоксичний нітрат (рис.3.3).

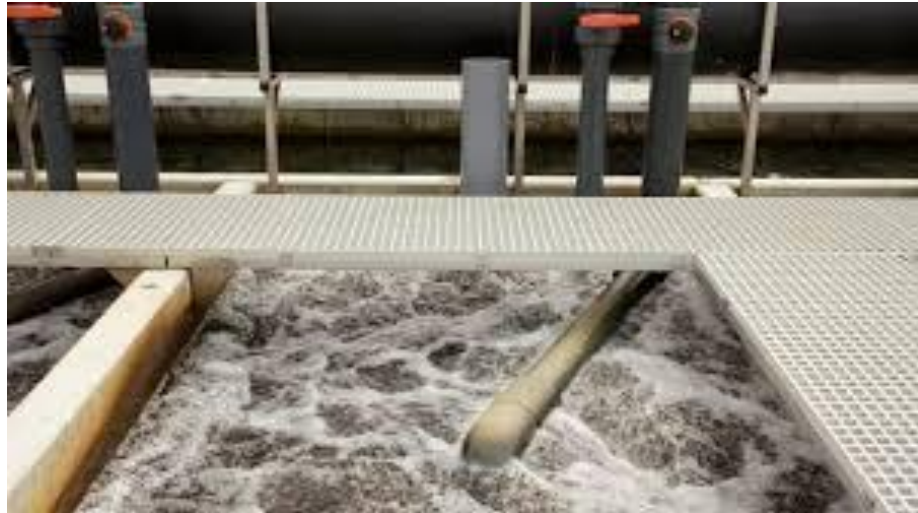


Рис.3.3. Біологічний фільтр РАС

У біофільтрі, гетеротрофні мікроорганізми здійснюють біодеградацію органічних речовин, продукуючи вуглекислий газ, аміак та осад. Паралельно, нітрифікуючі бактерії каталізують процес окиснення аміаку до нітритів, з подальшою трансформацією останніх у нітрати. Продуктивність біофільтрації суттєво залежить від термічних умов водного середовища та його кислотно-лужного балансу (рН). Оптимальний діапазон рН для нітрифікації знаходиться в межах 7,0–7,5, оскільки перевищення цього рівня може призвести до акумуляції токсичного аміаку, що згубно впливає на функціонування системи.

Нітрат є термінальним продуктом нітрифікаційного процесу. Хоча він характеризується відносною безпечністю, надмірні концентрації (що перевищують 100 мг/л) можуть чинити негативний вплив на ростові показники риби та погіршувати ефективність засвоєння корму. За умов обмеженого надходження свіжої води в систему, існує ризик акумулювання нітрату до потенційно шкідливих значень. Збільшення об'єму водообміну є одним із шляхів вирішення даної проблеми, оскільки сприяє дилуції надмірних концентрацій нітрату до прийнятних меж.

Однак, першочерговим завданням рециркуляційних аквакультурних систем є мінімізація водоспоживання, що часто виступає як ключова мета. У випадках, коли економія водних ресурсів є критичною, для редукції рівня нітратів може бути застосований процес денітрифікації. Як правило, якщо коефіцієнт витрати води перевищує 300 літрів на кілограм спожитого корму, це є достатнім для розведення нітратів до безпечних концентрацій. Проте, за умов меншої витрати води, обґрунтованим рішенням є імплементація денітрифікації як результативного методу регулювання концентрації нітратів.

Денітрифікація являє собою анаеробний біохімічний процес редукції нітратів до газоподібного молекулярного азоту, який вивільняється в атмосферу. Даний механізм сприяє ефективному елімінуванню надлишкового азоту з водних екосистем, тим самим зводячи до мінімуму його шкідливий вплив на довкілля. Для здійснення денітрифікаційного процесу необхідна наявність донора електронів, зокрема органічної речовини, такої як метанол, котрий додається в спеціалізовані денітрифікаційні реактори.

У конструкціях біофільтрів зазвичай застосовуються полімерні носії з розвиненою питомою поверхнею, що оптимізує продуктивність системи (див. рис. 3.4). Бактерії, що здійснюють процес біологічного очищення, адгезуються до поверхні носія, формуючи біоплівку.



Рис.3.4. Різновиди наповнювача біофільтра

Ефективність функціонування біофільтрів прямо пропорційна площі поверхні контакту на одиницю об'єму; ця величина повинна бути максимальною

для гарантування високої ефективності. Проте, необхідно враховувати забезпечення достатнього вільного простору для безперешкодного гідравлічного режиму в системі.

Під час обслуговування біофільтра, потік води тимчасово припиняється, а накопичені відходи видаляються перед відновленням функціонування системи. Біофільтри можуть бути реалізовані з використанням стаціонарного або рухомого завантаження. У конструкціях із фіксованим завантаженням полімерний матеріал-носій залишається нерухомим, забезпечуючи проходження води через нього та взаємодію з біоплівкою. У варіантах із рухомим завантаженням матеріал-носій циркулює разом із водним потоком, що дозволяє збільшити його щільність у фільтрі та сприяє підвищенню гідравлічного навантаження на одиницю об'єму.

У той час як обидва типи фільтрів виявляють порівнянну дієвість щодо біоплівки, системи з фіксованим шаром носія мають значну додаткову перевагу, а саме їхню здатність до утримання дрібнодисперсних органічних часток. Це забезпечує їм функцію додаткової механічної фільтрації, що сприяє поліпшенню ефективності очищення води від мікроскопічних органічних контамінантів. Фільтри з рухомим шаром носія позбавлені цієї властивості, оскільки постійне перемішування перешкоджає адгезії органічних часток до поверхні носія.

Проктоване господарство також матиме басейн-відстійник, який відіграє важливу функціональну роль у підтримці стабільної роботи системи, виконуючи низку ключових операцій. Зокрема, він гарантує безперебійне постачання води до насосного обладнання та забезпечує евакуацію надлишкового об'єму рідини за допомогою переливу. Крім того, цей резервуар використовується для поповнення об'єму системи прісною водою, здійснення дегазації після етапу біологічного очищення, введення необхідних хімічних реагентів та корекції гідрохімічних характеристик водного середовища, наприклад, рівня рН.

Процедури дегазації та аерації мають вирішальне значення у водопідготовці перед її реінтеграцією у водні екосистеми, оскільки їхня мета полягає у видаленні надлишкових газоподібних речовин, таких як діоксид

вуглецю та елементарний азот. Ці сполуки здатні негативно впливати на фізіологічний статус та онтогенез гідробіонтів, зокрема риб.

У специфічних анаеробних умовах, особливо в морських середовищах, можливе утворення гідроген сульфід — субстанції, що вирізняється значною токсичністю навіть за умов низьких концентрацій. Для здійснення процесу аерації зазвичай застосовуються способи інжектування повітря у водний простір; при цьому турбулентний потік сформованих повітряних пухирців результативно сприяє елімінації небажаних газових компонентів із системи.

Оксигенація є наріжним каменем функціонування РАС, оскільки адекватне забезпечення киснем є критично важливим для підтримки всіх біологічних процесів, що відбуваються в системі. Розчинений кисень відіграє центральну роль не лише у диханні водних організмів, але й у процесах окислення, які необхідні для біологічного очищення води. За умов рівноваги, вода досягає насичення киснем до 100%.

Однак, внаслідок метаболічної активності мешканців басейнів вирощування, рівень розчиненого кисню зменшується приблизно до 70%, а подальше зниження спостерігається після проходження води через біофільтр. Звичайні методи аерації здатні відновити концентрацію кисню до приблизно 90%, іноді досягаючи 100% насичення.

Для досягнення надмірного насичення киснем, на рівні 200–300%, на господарстві будуть використовуватись спеціалізовані системи оксигенації, що базуються на використанні чистого кисню. Зокрема, широке застосування знаходять кисневі конуси або шахтні оксигенатори, що забезпечують дієве перенасичення водного середовища киснем (рис. 3.5).



Рис.3.5. Конусний оксигенатор

Ультрафіолетовий стерилізатор є основним інструментом для контролю патогенних мікроорганізмів, таких як бактерії та одноклітинні організми. Для забезпечення максимальної ефективності УФ-випромінювання його дія повинна відбуватися безпосередньо у водному середовищі. У разі розташування ламп над поверхнею води ефективність суттєво знижується через процеси відбиття світла від водяної плівки, що значно послаблює або повністю нівелює антибактеріальні властивості випромінювання (рис.3.6).



Рис.3.6. Ультрафіолетовий стерилізатор

Однією з ключових складових функціонування рециркуляційних аквакультурних систем є підтримання стабільного рН водного середовища. В процесі нітрифікації, яка відбувається в біофільтрі, утворюються кислоти, що спричиняють зниження рівня рН. Для запобігання надмірному підкисленню системи необхідно додавати лужні речовини. У багатьох випадках використовуються установки для автоматичного вапнування, які дозовано вводять вапняний розчин з метою стабілізації рН. Крім того, у сучасних системах активно впроваджуються автоматизовані комплекси дозування, оснащені рН-метрами, які постійно моніторять рівень кислотно-лужного балансу. У разі зниження заданих показників автоматичний сигнал передається до насоса-дозатора, який забезпечує точне введення необхідного об'єму луку для відновлення оптимальних параметрів рН.

Підтримання оптимального температурного режиму є критично важливим для успішного ведення процесу вирощування риби, оскільки забезпечує необхідний мікроклімат у рециркуляційній аквакультурній системі. Терморегулювання реалізується шляхом контролю інтенсивності та характеристик теплового надходження. У холодну пору року, як правило, застосовують систему обігріву приміщення, що включає котел, з'єднаний з теплообмінним апаратом для підігріву води в РАС. Енергоефективність процесу терморегулювання визначається обсягом нової води, що надходить у систему, її первинною температурою, а також тепловими втратами будівлі, в якій розміщена РАС.

У певних ситуаціях економічно обґрунтовано використання теплового рекуператора з титановим пластинчастим теплообмінником. Відпрацьована вода з РАС може бути використана як джерело тепла або холоду для попередньої обробки свіжої води, яка надходить у систему. Моніторинг температурних показників здійснюється за допомогою датчика, інтегрованого з блоком автоматизованого управління. Даний блок оптимізує функціонування теплообмінника, підтримуючи стабільний температурний режим у РАС.

Нагляд, управління та система оповіщення є фундаментальними елементами для підтримання оптимальних умов культивування риби в рециркуляційних аквакультурних системах. Систематичне спостереження за виробничими процесами має вирішальне значення для попередження технічних несправностей, які можуть призвести до суттєвих фінансових втрат. Система сигналізації є важливим компонентом забезпечення безпечної експлуатації подібних систем, надаючи можливість оперативного реагування на ймовірні ризики.

У сучасних аквакультурних господарствах широко використовуються централізовані комплекси управління, що здійснюють моніторинг та регулювання ключових параметрів, зокрема концентрації розчиненого кисню, термічного режиму води, кислотно-лужного балансу (рН) та гідравлічного об'єму в системі. У разі відхилення будь-якого із вказаних показників від встановлених нормативних значень, система автоматично активує необхідні заходи, спрямовані на відновлення нормального стану, шляхом ініціювання або припинення відповідних технологічних операцій. Якщо заходи з корекції виявляються безрезультатними, система ініціює аварійне попередження для термінового втручання.

3.2. Технологія відтворення та вирощування кларієвого сома в РАС

Технологічний процес вирощування африканського сома в рециркуляційних аквакультурних системах передбачає охоплення всіх етапів замкненого життєвого циклу риби, починаючи від запліднення ікринок і закінчуючи формуванням нових маточних стад. Завдяки цьому підходу забезпечується автономне відтворення потомства та повний контроль над кожною стадією виробництва. Він включає:

- формування ремонтно-маточного стада;
- відтворення (одержання зрілих статевих продуктів);
- інкубація заплідненої ікри;
- витримування передличинок;
- вирощування рибопосадкового матеріалу;

- вирощування товарної продукції;
- відбір для поповнення маточного стада;
- реалізація товарної продукції кларієвого сома.

На початковій стадії процесу вибирають найбільш продуктивних самців і самок, які стануть основою ремонтно-маточного стада. Для цього обираються особини з високими темпами росту, хорошими генетичними показниками та значною стійкістю до захворювань. Ремонтно-маточне стадо розміщують у спеціалізованих басейнах, де створюються оптимальні умови для їх утримання. Ці умови включають постійний моніторинг температури води в межах 26-30°C, контроль рівня розчиненого кисню та забезпечення збалансованого харчування. Процес починається з ретельного відбору ремонтного молодняка на початкових стадіях його розвитку. Зазвичай цей етап настає у віці 6–12 місяців, коли риба досягає розмірів, оптимальних для оцінки за морфологічними та фізіологічними параметрами. Для формування стада обираються найбільш перспективні особини, які відзначаються швидкими темпами росту, відсутністю патологій і високою стійкістю до захворювань. Особливу увагу приділяють пропорційності формування тіла, правильній будові плавців, загальному здоров'ю і активності риб.

Генетичний добір найкращих особин дозволяє гарантувати високу продуктивність майбутнього потомства та мінімізувати ризики інбридингу. Після завершення відбору проводять розділення ремонтного молодняка за статтю. Цей процес є ключовим для запобігання передчасному паруванню і зниження рівня стресу в риб. Самці та самки (рис. 3.7) утримуються окремо в різних резервуарах, що забезпечує оптимальні умови для їх фізіологічного росту й статевого дозрівання. Визначення статі здійснюється шляхом візуальної оцінки зовнішніх статевих ознак, а для більшої точності часто застосовують ультразвукову діагностику статевих органів. Такий підхід допомагає запобігти небажаним паруванням і зберегти фізіологічну збалансованість серед поголів'я [17, 29, 39].



*Рис.3.7. Статевий диморфізм плідників *Clarias gariepinus**

Годівля відіграє вирішальну роль у забезпеченні ефективного утримання ремонтно-маточного стада, виступаючи фундаментом для успішного вирощування та репродукції риби. Для досягнення оптимальної продуктивності необхідно формувати раціон риби на основі збалансованого поєднання білків, жирів, вітамінів і мінералів. Зокрема, для африканського сома рекомендується використовувати корми, збагачені 35–40% білка та 10–15% жиру. Якісні корми мають ключове значення, оскільки дефіцит будь-яких мікро- чи макроелементів негативно впливає на репродуктивні функції риби. Особливого значення надається вітаміну Е, що є критично важливим для процесів формування статевих клітин. Режим годівлі слід адаптувати до біологічних потреб організму, здійснюючи її 2–3 рази на день, враховуючи температуру водного середовища та фізіологічний стан риби. Напередодні нерестового періоду інтенсивність годівлі дещо знижують, що є ефективним чинником для стимуляції статевого дозрівання [18, 31, 36, 38].

У період, що передує нересту, слід здійснити ряд додаткових підготовчих заходів, спрямованих на оптимізацію умов для успішного розмноження риби. Зокрема, рекомендується підвищити температуру води до 28–30°C, що разом зі зменшенням кількості корму сприяє активізації гормональної системи риби та стимулює дозрівання їхніх статевих продуктів. На цьому етапі також широко застосовуються гормональні препарати, які забезпечують синхронізацію процесів дозрівання статевих продуктів у самців і самок. Такі заходи дозволяють

отримати високоякісну ікру та молоки у визначені терміни, що є критичним для ефективного проведення нересту.

Для забезпечення розмноження самок стимулюють нерестовий процес шляхом введення гормональних препаратів. Для цього зазвичай застосовують екстракт гіпофізу корокових риб або штучно створені гормони, які сприяють дозріванню гонад у риб. Ін'єкції вводять у м'язи спини або в черевну порожнину риб (рис.3.8). Отримання ікри здійснюється методом зціджування у самок, тоді як у самців аналогічним чином відбирають молоки.



Рис.3.7. Гонадотропне ін'єктування африканського сома

Сперму слід збирати негайно після її виділення, оскільки здатність до ефективного запліднення швидко втрачається. Зібраний генетичний матеріал необхідно використовувати для запліднення ікри в найкоротші терміни, щоб забезпечити оптимальну успішність процесу. У спеціальних контейнерах сперма додається до ікри, після чого проводиться ретельне перемішування, аби гарантувати рівномірний контакт сперматозоїдів з усіма ікринками. У ході цього процесу можуть застосовуватися спеціальні розчини, які сприяють покращенню показників запліднення та підвищенню його ефективності.

Після завершення збору ікри та сперми риб переміщують до окремих басейнів, облаштованих для реабілітації. У цей період важливо створити сприятливі умови, які сприятимуть швидкому відновленню організму після гормональної стимуляції та механічного зціджування. Для підтримки здоров'я та зміцнення імунної системи риб годують високоякісними кормами, насиченими білками, жирами й необхідними поживними речовинами. До складу додатково

включають вітамінні комплекси, спрямовані на прискорення регенеративних процесів і загальне відновлення. Статеві продукти змішують для проведення процедури штучного запліднення. Умови запліднення ретельно підтримуються в інкубаційному цеху, де контролюються ключові параметри, такі як температура води, її якість та рівень аерації.

Для підвищення ефективності процесу запліднення широко використовуються спеціалізовані активуючі розчини або водні розчини з низьким вмістом солі. Такі середовища формують оптимальні умови для функціонування сперматозоїдів, активізуючи їх біологічну діяльність, покращуючи рухливість та сприяючи успішному проникненню крізь захисні оболонки ікринок. Використання слабких соляних розчинів із концентрацією солі в межах 0,1–0,3% дозволяє зберігати життєздатність сперматозоїдів, запобігаючи швидкій дегідратації, що є ключовим фактором для досягнення запліднення. Окрім цього, активуючі розчини зменшують в'язкість водного середовища, що забезпечує сперматозоїдам більшу свободу руху та значно підвищує результативність усього процесу.

Ікра африканського сома характеризується природною властивістю липкості, яка забезпечує її прикріплення до субстратів у природних умовах існування. Проте в умовах аквакультури ця властивість може створювати значні труднощі під час інкубації. Зокрема, липкість часто призводить до злипання ікринок у великих грудках, що суттєво обмежує доступ кисню до окремих ікрінок. Це, у свою чергу, збільшує ризик розвитку бактеріальних або грибкових інфекцій. З метою мінімізації таких негативних наслідків у рибництві практикують процедуру знеклеювання ікри. Вона передбачає видалення клейкого шару, спрямоване на поліпшення умов інкубації та підвищення виживаності майбутнього потомства.

Один із найпоширеніших способів обробки полягає в застосуванні глиняного розчину, який вважають безпечним для ікри, адже він не має токсичних впливів. Для його приготування глину ретельно змішують із чистою водою, поки не утвориться однорідна, кремоподібна суспензія. Зазвичай концентрація глини

варіюється в межах 30-50 г/л води. Готовий розчин додають у контейнер із ікрою, після чого ікринки обережно перемішують у знеклеювальному середовищі. Тривалість цього процесу коливається від 5 до 10 хвилин, залежно від ступеня липкості ікри. Дуже важливо проводити перемішування максимально делікатно, щоб уникнути механічного пошкодження ікринок. У ході операції глиняний розчин обволікає липкий шар і перетворює його в суспензію, яку легко видалити під час подальшого промивання. Закінчивши перемішування, ікру ретельно промивають чистою водою, щоб усунути залишки глини чи таніну.

Запліднена ікра розміщується у спеціалізованих інкубаційних апаратах, де здійснюється процес інкубації в умовах суворого контролю. Температурний режим підтримується в межах 26-30°C, а концентрація розчиненого кисню не опускається нижче 5-6 мг/л. Тривалість інкубаційного періоду становить від 24 до 48 годин, що зумовлено конкретними умовами середовища. Після завершення стадії вилуплення личинок здійснюється комплексний моніторинг їхнього розвитку з метою забезпечення оптимальних показників життєдіяльності. Температура води є важливим чинником, що безпосередньо впливає на швидкість розвитку ембріонів. Для інкубації ікри африканського сома оптимальним вважається температурний діапазон 28-30°C. За таких умов розвиток ембріонів проходить швидко та з мінімальними ризиками. Зниження температури може уповільнити цей процес або навіть призвести до загибелі ембріонів, тоді як перевищення оптимального рівня може спричинити порушення у їх розвитку.

Важливу роль відіграє і рівень розчиненого кисню у воді, який є ключовим для забезпечення належного газообміну. Його концентрація не повинна опускатися нижче 5-6 мг/л. Цього показника досягають завдяки застосуванню систем аерації чи постійній циркуляції води через спеціальні апарати Вейса. Рух води забезпечує безперервне переміщення ікринок у потоці, запобігаючи застою і гарантує рівномірне постачання кисню до кожної з них. Недостатність кисню може призвести до гіпоксії, яка небезпечна для розвитку ембріонів і часто спричиняє їх загибель на різних етапах формування.

Інкубація ікри африканського сома зазвичай триває від 48 до 72 годин, залежно від температурного режиму води. Наприкінці цього процесу ембріони завершують своє формування і починають активно рухатися всередині оболонки, готуючись до вилуплення. У цей період особливо важливо ретельно контролювати якість води та рівень кисню, оскільки на фазі вилуплення споживання кисню значно зростає. Після виходу з ікринок личинки поступово переходять у нижні частини інкубаційних апаратів або переносяться в спеціалізовані резервуари для подальшого вирощування.

Вилуплених передличинок пересаджують у спеціальні резервуари для утримання. У перші дні життя вони живляться жовтковим мішком, який забезпечує їм необхідні поживні речовини. Після завершення його поглинання важливо створити оптимальні умови для розвитку: температурний режим води має бути в межах 26–28°C, забезпечена належна аерація та висока якість води. На цьому етапі критично важливо підтримувати якість води на високому рівні. Вона має залишатися прозорою та вільною від будь-яких забруднень, адже личинки африканського сома надзвичайно чутливі до токсинів і бактеріальних інфекцій. Для запобігання накопиченню органічних залишків або продуктів життєдіяльності личинок необхідно регулярно проводити фільтрацію або часткову заміну води. Додатково слід уникати різких змін параметрів водного середовища, таких як перепади температури чи рівня рН, адже вони можуть спричинити стрес і негативно вплинути на розвиток личинок.

Після завершення стадії метаморфозу, личинки переходять у фазу мальків, яких розміщують у спеціалізованих вирощувальних басейнах або акваріумах. У цей період їм надається стартовий корм з високим вмістом білка (40-45%), що необхідно для забезпечення належного рівня живлення. Водночас здійснюється постійний контроль параметрів водного середовища, таких як температура, рН та концентрація кисню, що є визначальними для стабільного росту та розвитку мальків. Протягом перших одного-двох місяців вони демонструють активний ріст та значне збільшення маси. Мальки африканського сома починають активно харчуватися, що вимагає створення спеціальних умов для оптимізації їхнього

зростання, розвитку та профілактики захворювань. Ефективна організація процесу вирощування має передбачати дотримання строго визначених параметрів водного середовища, збалансованого раціону харчування і ретельного контролю за щільністю посадки мальків.

Одним із ключових аспектів ефективного вирощування мальків є забезпечення їх належного харчування. Після повного засвоєння жовткового мішка мальки переходять до активного зовнішнього живлення. На початковому етапі їх годують високобілковими стартовими кормами, які вирізняються легкістю засвоєння та здатністю забезпечувати організм риби необхідними поживними речовинами, що сприяють інтенсивному росту. Раціони для мальків повинні містити щонайменше 40–45% білка, адже в цей період відбувається активне формування тканин, що вимагає високого рівня будівельного матеріалу. Зазвичай використовуються корми дрібної фракції, які відповідають фізіологічним можливостям споживання мальків. Годування здійснюється із частотою 4–6 разів на добу, аби забезпечити неперервний доступ до необхідних поживних речовин і запобігти виникненню дефіциту. У міру росту мальків розмір кормових гранул поступово збільшується, тоді як кількість годівель скорочується до 3–4 разів на день. Окрім високого вмісту білків, раціон повинен бути збагачений жирами, вуглеводами, вітамінами та мінералами, що забезпечують комплексний розвиток і зміцнення імунної системи. Створення збалансованого раціону є вирішальним фактором, оскільки дефіцит ключових компонентів може призводити до затримки росту або підвищення вразливості до захворювань. Для підвищення імунітету малькам часто вводять спеціалізовані добавки, які містять вітаміни Е і С, а також мікроелементи, такі як цинк і селен [49, 55].

Протягом усього періоду вирощування важливо ретельно стежити за станом мальків. Здорові особини мають бути активними, рівномірно рости та жваво реагувати на корм. Якщо помітні ознаки млявості, зниження апетиту або уповільнення росту, це може вказувати на проблеми з умовами утримання чи розвиток захворювань. У таких ситуаціях слід провести діагностику, а за необхідності вдатися до лікування за допомогою медикаментів або внести

корективи в умови утримання. Для запобігання хворобам рекомендується використання добавок із пробіотиками та імуномодуляторами, які сприяють зміцненню імунітету мальків і допомагають зменшити ризик виникнення інфекцій.

Процес вирощування риби передбачає її розвиток від стадії мальків до молоді, а згодом до товарної продукції. Для досягнення товарної ваги, яка становить 1-1,5 кг, рибу розводять у рециркуляційних аквакультурних системах (РАС) або в спеціалізованих ставках. Ключовою умовою ефективного вирощування є забезпечення високої щільності посадки, підтримання оптимальних параметрів годівлі та стабільності фізико-хімічних характеристик води. У процесі годівлі використовуються комбіновані корми, які збагачені білковими компонентами, вітамінами та мікроелементами, необхідними для повноцінного розвитку риби. Тривалість вирощування до досягнення товарних розмірів складає приблизно 6-8 місяців.

Для оптимального вирощування африканського сома як представника тропічних видів риб температура водного середовища у басейнах повинна знаходитися в межах 26-30°C. Саме такі температурні параметри сприяють максимальному темпу росту та загальному фізіологічному благополуччю цієї риби. Підтримання належного рівня розчиненого кисню є не менш важливим аспектом, адже його концентрація у воді має становити щонайменше 5-6 мг/л. Досягти таких показників можливо за рахунок постійної аерації води або впровадження кисневих концентраторів. Крім того, необхідною умовою є регулярна фільтрація води, яка забезпечує ефективне видалення продуктів життєдіяльності риб, а також сприяє підтриманню низького рівня шкідливих хімічних сполук, зокрема аміаку, нітритів і нітратів [56, 60].

Годівля товарного африканського сома є важливим чинником, який визначає темпи його росту та остаточну масу. Для цього використовуються спеціалізовані корми з високим вмістом білка (35-40%) та ретельно збалансованим набором вітамінів і мінералів, що сприяють підтриманню активного метаболізму й зміцненню здоров'я риби. Висока якість кормів є критичною, оскільки вона

забезпечує максимальне засвоєння поживних речовин та мінімізує забруднення води продуктами життєдіяльності. Годування здійснюється 2-3 рази на день [60, 63, 64].

Коли риба досягає необхідної товарної ваги, її готують до продажу. Це може бути жива риба, охолоджена чи заморожена продукція – залежно від потреб ринку. Цей процес включає завершальний етап годування та ретельний відбір риби. У зазначений період необхідно створити оптимальні умови утримання, спрямовані на мінімізацію стресових факторів перед транспортуванням, з метою збереження високої якості продукції. У деяких господарствах практикується зменшення об'єму корму за кілька днів до вилову, що сприяє скороченню вмісту шлунків у риби. Такий підхід позитивно позначається на умовах її зберігання та транспортування.

Транспортування здійснюється у спеціально облаштованих умовах, що гарантують збереження якості продукції. Частина товарної риби, а також спеціально вирощеної молоді, проходить селекцію з метою оновлення ремонтно-маточного стада. Для цього відбираються найбільш життєздатні та здорові особини, які формують генетичну основу для подальших циклів вирощування. Застосування такого методу сприяє підтриманню стабільності та безперервності виробничих процесів африканського сома в умовах інтенсивного культивування замкнених рибогосподарських систем.

Реалізація кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) на ринку можлива за допомогою різноманітних каналів дистрибуції. До них належать безпосередні відвантаження на рибні торговельні майданчики, в мережі супермаркетів чи заклади громадського харчування, а також збут живого товару. Жива риба демонструє значний попит серед кінцевих споживачів, оскільки свіжість продукції є пріоритетною. Для підтримки життєздатності кларієвого сома під час транспортування застосовують спеціалізовані резервуари з безперервним насиченням води киснем, або використовують кисневі балони. Альтернативно, можливе застосування технології умертвіння безпосередньо у місцях

вирощування або в умовах рибницьких господарств з подальшою доставкою охолодженої або криоконсервованої продукції до пунктів роздрібної торгівлі.

3.3. Розрахункова частина

В основі розрахунків покладено наступні показники:

- Потужність – 100 т/рік;
- Маса товарної риби – 1,2 кг ;
- Маса молоді – 3 г;
- Маса личинки – 0,1 г;
- Нерест – 2 рази/рік ;
- Щільність посадки товарної риби – 300 кг/м³ ;
- Добова норма годівлі товарної риби – 1% від маси;
- Добова норма годівлі молоді – 3% від маси;
- Кормовий коефіцієнт для товарної риби – 1,1;
- Кормовий коефіцієнт для молодших вікових груп – 0,9;
- Питома поверхня наповнювача біофільтру – 700 м²/м³;
- Співвідношення об'ємів наповнювача та води у біофільтрі – 1 : 1.

Кількість товарної риби

$$100\ 000\ \text{кг} : 1,2\ \text{кг} = 83\ 333\ \text{екз.}$$

Враховуючи періодичність нересту кількість за одну нерестову кампанію становитиме 41 666 екз.

Кількість рибопосадкового матеріалу за виходу 85%

$$83\ 333\ \text{екз.} : 0,85 = 98\ 038\ \text{екз.}$$

Кількість личинок за виходу 75%

$$98\ 038\ \text{екз.} : 0,75 = 130\ 717\ \text{екз.}$$

Кількість ікри за виходу 60%

$$130\ 717\ \text{екз.} : 0,6 = 217\ 861\ \text{шт.}$$

Кількість самиць за показником плодючості

$$217\ 861\ \text{шт.} : 120\ 000\ \text{ікр}/\text{♀} = 2\ \text{екз.}$$

Кількість самців складе – 4 екз.

Приріст товарної риби

$$99\,999 \text{ кг} - 294 \text{ кг} = 98\,038 \text{ кг}$$

Потреба в кормах для товарної риби

$$98\,038 \text{ кг} \times 1.1 = 107\,841 \text{ кг}$$

Приріст рибопосадкового матеріалу

$$294 \text{ кг} - 13 \text{ кг} = 281 \text{ кг}$$

Потреба в кормах для рибопосадкового матеріалу

$$281 \text{ кг} \times 0.9 = 253 \text{ кг}$$

Потреба в басейнах для товарної риби

$$50000 \text{ кг} : 300 \text{ кг/м}^3 = 167 \text{ м}^3$$

$$167 \text{ м}^3 : 27.5 \text{ м}^3 = 6 \text{ басейнів}$$

Потреба в басейнах для рибопосадкового матеріалу

$$1\,960 \text{ кг} : 100 \text{ кг/м}^3 = 20 \text{ м}^3$$

$$20 \text{ м}^3 : 16 \text{ м}^3 = 2 \text{ басейна}$$

Потреби у біофільтрації

$$50000 \text{ кг} \times 0.01 = 0.5 \text{ т} - \text{добова норма корму}$$

$$500 \text{ кг} \times 0.38 \times 0.092 = 17400 \text{ г} - M_{\text{тан}}$$

$17400 \text{ г} \times 5 \text{ м}^2/\text{г} = 87000 \text{ м}^2$ - площа поверхні субстрату для заселення бактеріями, які мають окислити аміачно-амонійний азот

$$87000 \text{ м}^2 \times 1.3 / 600 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 188 \text{ м}^3 - \text{об'єм наповнювача для біофільтру}$$

$$188 \text{ м}^3 \times 2 = 376 \text{ м}^3 - \text{об'єм біофільтру}$$

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Усі вартісні показники стосовно обладнання, кормів та ікри були взяті з загальнодоступних джерел на спеціалізованих сайтах. Оціночна вартість повного комплексу РАС для повного циклу вирощування становить приблизно 10 млн грн. Додатково, витрати на транспортні засоби, вантажно-розвантажувальне обладнання, складські приміщення та іншу необхідну інфраструктуру оцінюються у 2 млн грн. Загальна сума основних засобів складає 12 млн грн.

Розрахунок витрат на комбікорми

Ціна стартового комбікорму Alltech Coppens 0.2-0.3 мм - 387 грн/кг, продукційного комбікорму Alltech Coppens Grower - 13EF- 119 грн/ кг

$$253 \text{ кг} \times 387 \text{ грн/кг} = 97\,911 \text{ грн}$$

$$107\,841 \text{ кг} \times 119 \text{ грн/ кг} = 12\,833\,079 \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань, які складають 5% від загальної вартості основних засобів (до яких належать приміщення, обладнання для установок замкненого водопостачання, транспортні засоби, системи водо- та енергозабезпечення, каналізація тощо), сумарно оцінених у 12 мільйонів гривень, свідчить, що сума амортизації дорівнюватиме 600 000 гривень.

Фонд заробітної плати є важливим елементом фінансового управління підприємства, оскільки він визначає загальну суму коштів, виділених на оплату праці працівників. Формування фонду заробітної плати залежить від ряду факторів, таких як чисельність персоналу, рівень заробітних плат, система оплати праці та специфіка діяльності організації. Ефективне управління фондом заробітної плати сприяє підвищенню мотивації працівників, що, в свою чергу, впливає на продуктивність і конкурентоспроможність підприємства. Аналіз та планування фонду заробітної плати є необхідними для забезпечення фінансової стабільності та виконання зобов'язань перед працівниками. Фонд заробітної плати також включає в себе різноманітні соціальні виплати та премії, що стимулюють працівників до досягнення кращих результатів. Крім того, його

оптимізація може допомогти знизити витрати підприємства, забезпечуючи при цьому конкурентоспроможність на ринку праці.

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Фонд заробітної плати підприємства

Посада	Кількість працівників	Кількість міс	Місячний оклад, грн	Загальний фонд оплати праці, грн
Директор - головний рибовод	1	12	30000	360 000
Водій	1	12	15 000	180 000
Технічний працівник	2	12	15 000	360 000
Робітник-охоронець	2	12	15 000	360 000
Фонд заробітної плати всього		1 260 000 грн. + нарахування 30 % = 1 638 000 грн.		

Витрати на електроенергію для РАС за 1 годину становлять 10 кВт. Тривалість роботи господарства – 365 днів.

Ціна електроенергії – 4,32 грн/кВт

$10 \text{ кВт /год.} \times 24 \text{ год/доба} \times 365 \text{ діб} \times 4,3 \text{ грн./кВт} = 376 680 \text{ грн.}$

Загальна сума витрат складе – 15 545 670 грн.

Сума виручки від реалізації товарної риби за ціною 210 грн/кг:

$100000 \text{ кг} \times 210 \text{ грн/кг} = 21000 000 \text{ грн.}$

Величина прибутку від реалізації продукції становитиме:

$21 000 000 \text{ грн} - 15 545 670 \text{ грн} = 5 454 330 \text{ грн.}$

Величина рентабельності виробництва продукції складе:

$5 454 330 \text{ грн} / 15 545 670 \text{ грн} \times 100\% = 35 \%$

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

У рибництві існує ряд загальних небезпек, здатних спричинити виробничі травми. До них відносяться: робота у водному середовищі, що підвищує ризик аварій на воді та утоплення; недоліки у технологічних процесах і конструкціях обладнання, інструментів і пристроїв; недостатня автоматизація важкої праці; відсутність або неналежний стан захисних огорожень, запобіжних механізмів, систем сигналізації та блокування; проблеми з міцністю матеріалів.

Також важливі порушення правил експлуатації обладнання та транспортних засобів; недоліки в організації робочих місць і дотриманні технологічних вимог; порушення правил транспортування, зберігання та складування продукції; неналежне проведення планово-профілактичних ремонтів обладнання, транспорту та інструментів; недостатнє навчання працівників безпечним методам праці; проблеми в організації колективної роботи; недостатній контроль за безпекою при виконанні небезпечних робіт; відсутність або неналежне облаштування місць проведення робіт; відсутність, несправність або невикористання засобів індивідуального захисту [6].

Окрім того, небезпеку становлять підвищена концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; погане або невідповідне освітлення; високий рівень шуму; несприятливі погодні умови, переохолодження; недотримання правил гігієни; фізичне та психологічне перенапруження, спричинене великим обсягом фізичної роботи, перевантаженням органів чуття, монотонністю праці, стресом або поганим самопочуттям.

Відповідно до Типового положення про службу охорони праці (НПАОП 0.00-4.21-04) та Закону України "Про охорону праці" (2002), на підприємствах створюється служба охорони праці. Відповідальність за загальний стан охорони праці несе роботодавець. Організацію роботи з охорони праці та контроль за її забезпеченням на підприємстві здійснює керівник.

Ефективність системи охорони праці на підприємстві оцінюється за допомогою ряду ключових індикаторів: частота випадків виробничого травматизму; поширеність професійних захворювань; кількість працівників, що функціонують в прийнятних умовах праці; обсяг обладнання, що не відповідає вимогам нормативно-правових актів з охорони праці; ступінь забезпеченості засобами індивідуального захисту; обсяг фінансових ресурсів, спрямованих на покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Відповідно до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які спричинили втрату працездатності», усі працівники, які працюють на підставі трудового договору, підлягають обов'язковому страхуванню від нещасних випадків. Компенсація матеріальних та моральних збитків застрахованим особам або членам їх сімей у випадку настання страхового випадку здійснюється Фондом соціального страхування [6].

Відповідно до вимог "Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці" (НПАОП 0.00-4.12-05), на підприємстві неухильно реалізуються заходи з професійного навчання з питань безпеки праці. На початковому етапі здійснюється ввідний інструктаж для новоприйнятих співробітників, а також для учнів, які проходять виробниче стажування. Даний інструктаж реалізується керівником підприємства, незалежно від попередньої освіти та досвіду роботи новоприйнятих осіб. Безпосередньо перед початком виконання трудових обов'язків організовується первинний інструктаж для усіх новопризначених працівників, осіб, переведених на іншу посаду або ділянку, а також для відрядженого персоналу при виконанні ними незнайомих завдань. Періодичний інструктаж на робочому місці проводиться керівником підприємства з інтервалом у три або шість місяців після первинного інструктажу.

Усі типи інструктажів з питань охорони праці підлягають обов'язковій реєстрації у відповідних "Журналах реєстрації інструктажів", що засвідчується особистими підписами інструктора та особи, яка пройшла інструктаж. Цільовий інструктаж проводиться з працівниками, залученими до виконання одноразових завдань, ліквідації наслідків аварійних ситуацій або стихійних лих, а також при здійсненні робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, дозволу або іншої дозвільної документації. Спеціалізоване навчання з питань охорони праці організовується щорічно для працівників підрозділів, де існують небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Підвищення кваліфікації фахівців з охорони праці здійснюється з періодичністю не рідше одного разу на три роки.

Поточний нагляд за станом охорони праці в господарстві реалізується згідно з вимогами НПАОП 1.9.40-4.02-87. Виявлені відхилення від нормативних вимог та недоліки фіксуються у спеціальному "Журналі оперативного контролю за станом охорони праці". Результати перевірок документально оформлюються протоколами.

На підприємстві в обов'язковому порядку організовуються попередні (при прийнятті на роботу) та періодичні (щорічні) медичні огляди працівників. Дані медичні обстеження проводяться у районному лікувально-профілактичному закладі з метою профілактики та раннього виявлення можливих професійних захворювань, відповідно до положень НПАОП 0.03-4.02-94.

Забезпечення працівників підприємства санітарно-побутовими приміщеннями здійснюється у відповідності до будівельних норм і правил СНиП 2.09.04-87. Підтримання належного санітарно-гігієнічного стану всіх санітарно-побутових приміщень та інвентарю є обов'язковим.

У відповідності до вимог нормативно-правових актів з охорони праці, зокрема НПАОП 0.00-4.26-96 та НПАОП 05.0-3.03-06, роботодавець зобов'язаний забезпечити персонал необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) власним коштом [6].

Фінансування заходів, спрямованих на забезпечення охорони праці, здійснюється шляхом щорічного виділення коштів у розмірі не менше ніж 0,2% від загального фонду оплати праці або 0,5% від обсягу реалізованої продукції.

З метою покращення умов праці та мінімізації виробничих ризиків, пропонується реалізація наступних заходів:

- * Забезпечення виробничої ділянки автономним джерелом електроенергії у вигляді дизель-генераторної установки для гарантування безперебійного електропостачання, зокрема, для функціонування системи освітлення, заряджання акумуляторних батарей спецтехніки, мобільних пристроїв зв'язку та радіостанцій.

- * Забезпечення працівників спеціалізованим взуттям з протиковзними властивостями (шиповане взуття) для безпечної роботи в умовах зимового періоду. Окрім цього, необхідно забезпечити транспортні засоби засобами підвищення прохідності та запобігання ковзанню, а саме спеціальними ланцюгами для використання в зимовий період.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. На основі проведеного аналізу сучасної наукової літератури було встановлено тенденції розвитку товарного вирощування кларієвого сома як у межах України, так і на міжнародному рівні. Особливу увагу приділено ролі *Clarias gariepinus* у збільшенні обсягів вирощування товарної рибної продукції.

2. Дослідження показали, що розведення африканського сома становить перспективний напрямок у галузі аквакультури. Завдяки поєднанню швидких темпів росту та статевого дозрівання, а також високої толерантності до умов середовища він становить значний інтерес як об'єкт культивування. Використання рециркуляційних аквакультурних систем (RAS), оснащених сучасними технологіями водоочищення та автоматичного контролю технологічних параметрів, створює можливість забезпечення високоякісної продукції у стислий термін.

3. Для реалізації проєкту запропоновано будівництво господарства у Вишгородському районі Київській області. Цей регіон вирізняється сприятливими природно-кліматичними умовами, оптимальними для вирощування продукції кларієвого сома.

4. Розведення африканського сома в контексті індустріального виробництва дозволяє отримувати товарну продукцію протягом 5-6 місяців циклу. При цьому дотримання економічно доцільного підходу й ефективне використання рециркуляційної системи забезпечують конкурентоспроможність цього виду діяльності.

5. Для отримання 100 тонн товарної продукції кларія потреби запланованого господарства складатимуть: 98 038 екз. малька, утримання власного маточного стада, 98 т спеціалізованих кормів, біофільтр об'ємом 376 м³.

6. Зведені фінансово-економічні підрахунки свідчать, що рентабельність проєкту складе 35% за умов замкненого циклу виробництва та швидким темпам одержання товарної продукції і забезпечення власним рибопосадковим матеріалом. Впровадження даного проєкту можливе як на об'єктах державної форми власності, так і в приватному секторі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрющенко А. І., Вовк Н. І., Кондратюк В. М. Технології прісноводної аквакультури. Том III. Індустріальна прісноводна аквакультура. Підручник. Київ: ТОВ "ЦП КОМПРИНТ", 2017. 513 с.
2. Андрющенко А.І., Алимов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І. Технології виробництва продукції аквакультури. Навч. посібн. Київ : Вища школа, 2006. 335 с.
3. 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.
4. Долинський В. П. Перспективи рибогосподарського освоєння сомів родини кларієвих (Clariidae) в аквакультурі України. Рибне господарство, 2002, Вип. 61. С. 3–9.
5. Грициняк І., Швець Т. African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). Thematic bibliography. Рибогосподарська наука України, 2017, № 4(42). С. 128–146. <https://doi.org/10.15407/fsu2017.04.128>.
6. Курепін В. М., Курепін Д. В., Марченко Д. Д. Охорона праці в галузі: навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2023. 586 с.
7. Рілов В. Г. Досвід вирощування африканського сома в умовах Криму. Таврійський науковий вісник, 2008, Вип. 57. С. 345–349.
8. Барановський М. Субрегіональний рівень адміністративно-територіальної реформи в Україні: дискусійні аспекти. Географія. 76/77, 2020. С. 37-43. <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2020.76-77.5>
9. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Хімічний аналіз та оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Луцьк: Вежа-Друк, 2021. 76 с.
10. Worch, Eckhard. Hydrochemistry: Basic Concepts and Exercises / Eckhard Worch. Berlin: Walter de Gruyter, 2015. 220 с.
11. Zale, Alexander V., Parrish, Donna L., Sutton, Trent M., eds. Fisheries Techniques, Third Edition, Bethesda, MD: American Fisheries Society, 2012. 692 с.

12. Verreth J., Eding E.H. European farming industry of African catfish (*Clarias gariepinus*). Fact and figures . *Aquaculture – Europ*, 1993, № 18. C. 6-13.
13. Van de Nieuwegiessen, P.G. Welfare of African catfish, effects of stocking density. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands. pp. 138.
14. Abdel-Hay, A. M., El-Haroun, E. R., El-Ebiary, M. E., & El-Garby, M. A. A. (2019). The effects of rearing water depths and feed types on the growth performance of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture Research*, 51(2), 616–622.
15. Abu Sayem Md. Ahsan Habib, & Sarkar, P. (2016). Extraction and identification of PUFA from African Catfish (*Clarias gariepinus*) skin. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(4), 312–314.
16. Adesina, S. A., Falaye, A. E., & Ajani, E. K. (2017). 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*, 19(1), 51–68.
17. Al-Deghayem, W. A., Sayed, A. E., El-Shabrawy, A. A., & Al-Qurainy, F. (2017). Gonadosomatic index and some hematological parameters in African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) as affected by feed type and temperature level. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60, Article e17160157.
18. ALLER PRIMO FLOAT-1200-Африканський. (2024). *Aller Aqua*. Retrieved November 27, 2025, from <https://www.aller-aqua.com/species/warm-freshwater-species/african-catfish>
19. Assessment of *Clarias gariepinus* as a biological control agent against mosquito larvae / Chala B. et al. (2016). *BMC Ecology*, 16, Article 27.
20. Baßmann, B., Brenner, M., & Palm, H. W. (2017). Stress and welfare of African Catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) in a coupled aquaponic system. *Water*, 9(7), 504.
21. Bozkurt, Y., & Yavaş, İ. (2017). 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*, 69, 1357–1364.

22. Changes in nutritional values induced by butachlor in juvenile diploid and triploid *Clarias gariepinus* / Karami A. et al. (2017). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(12), 2533–2544.
23. Chemical composition and antioxidant activities of catfish epidermal mucus / Nurul Mariam Hussin et al. (2017). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(1), 73–77.
24. 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. (2017). *General and Comparative Endocrinology*, 251, 54–65.
25. Comparative morphometry and histological studies of the cerebellum of catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) / Danmaigoro A. et al. (2016). *Journal of Applied Life Sciences International*, 7(4), 1–6.
26. Comparative studies of nutrient composition of wild caught and pond reared african catfish, *Clarias gariepinus* / Ukagwu J. I. et al. (2017). *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 5(7), 63–68.
27. Complete replacement of fish meal by other animal protein sources on growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings / Djissou A. S. M. et al. (2016). *International Aquatic Research*, 8(4), 333–341.
28. Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid profiles and health of African catfish (*Clarias gariepinus*). (2020). *Aquaculture*, 528, 735544. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735544>
29. Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on hatching and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fry / Kareem O. K. et al. (2017). *Journal of FisheriesSciences.com*, 11(1), 21–27.
30. Effect of Feeding Frequency on Growth and Survival Rate of *Clarias gariepinus* Fingerlings Reared in Plastic Bowls. (2021). *Science Alert*. Retrieved November 27, 2025, from <https://scialert.net/fulltext/?doi=pjbs.2021.82.89>

31. Effect of fish vitellogenin on the growth of juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) / Subir Kumar Juin et al. (2017). *Aquaculture Reports*, 7, 16–26.
32. Effect of phytase supplementation on the growth, mineral composition and phosphorus digestibility of African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles / Orisasona O. et al. (2017). *Animal Research International*, 14(2), 2741–2750.
33. Effects of different additives on the survival and haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings during transportation / Idowu T. A. et al. (2016). *Nigerian Journal of Tropical Agriculture*, 16, 65–71.
34. Effects of storage conditions on quality characteristics of commercial aquafeeds and growth of African catfish *Clarias gariepinus* / Solomon S. G. et al. (2016). *Journal of Fisheries*, 74(2), 30–37.
35. El-Hawarry, W. N., Abd El-Rahman, S. H., & Shourbela, R. M. (2016). 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*, 42(2), 231–239.
36. Enyidi, U. D. (2017). *Chlorella vulgaris* as protein source in the diets of African Catfish *Clarias gariepinus*. *Fishes*, 2(4), 17–29.
37. Falaye, A., Emikpe, B., & Ogundipe, E. (2016). 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*, 4(8), 597–602.
38. Formulation of fish feed with optimum protein-bound lysine for african catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings / Siti Nurhafa Imra Naqtahnain Hamid et al. (2016). *Procedia Engineering*, 148, 361–369.
39. Githukia, C. M., Kembenya, E. M., & Opiyo, M. A. (2016). Anaesthetic effects of sodium bicarbonate at different concentrations on African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(3), 151–158.

40. Gu, D., Wang, Y., & Li, R. (2017). North African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). In R. Li, D. Gu, & W. Wang (Eds.), *Biological Invasions and Its Management in China* (pp. 91–98). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3427-5_6
41. 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. (2017). *F1000Research*, 6, 1545.
42. 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.
43. Idowu, T. A., Solomon, R. J., & Ajala, K. A. (2016). Effects of different additives on the survival and haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings during transportation. *Nigerian Journal of Tropical Agriculture*, 16, 65–71.
44. 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 glycerol-based biofloc systems / Akeem Babatunde Dauda et al. (2018). *Aquaculture*, 483, 120–130.
45. It is all in the blood: erythrocyte characterization of triploid and diploid African Catfish, *Clarias gariepinus* / Normala Jalil et al. (2016). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 11(6), 425–431.
46. Lawal, B. M., Adewole, H. A., & Olaleye, V. F. (2017). Digestibility study and nutrient re-evaluation in *Clarias gariepinus* fed blood meal-rumen digesta blend diet. *Notulae Scientia Biologicae*, 9(3), 344–349.
47. Micro-morphological investigation of the skin of the larval and adult stages of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) / Derbalah A. et al. (2017). *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 53, 1–10.
48. Morphological characterization of wild and cultured *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) using principal component and cluster analyses / Ola-Oladimeji F. A. et al. (2016). *Notulae Scientia Biologicae*, 8(4), 428–436.

49. Nwachi Oster Francis, & Dasuki Awawu. (2017). Culture of diploid and tetraploid (*Clarias gariepinus*) fed with 17α -methyltestosterone. *Fudma – Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 3(1), 10–14.

50. Ojonugwa, E. B., & Solomon, R. J. (2017). Effects of over stocking on the growth rate of *Clarias gariepinus*. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2(4), 84–95.

51. Okomoda, V. T., Chong Chu Koh I., & Shahreza S. Md. (2017). A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Research*, 48(10), 5489–5494.

52. Okomoda, V. T., Tihamiyu, L. O., & Iortim, M. (2016). The effect of water renewal on growth of *Clarias gariepinus* fingerlings. *Journal of Fisheries*, 74(2), 25–29.

53. Okomoda, V. T., Tihamiyu, L. O., & Kwaghger, D. (2017). Spawning performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) induced with ethanol preserved and fresh catfish pituitary extract. *Zygote*, 25(3), 376–382.

54. Okomoda, V. T., Wase, G., & Tihamiyu, L. O. (2017). Effects of tank background colour on growth performance and feed utilization of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Ribarstvo. Croatian Journal of Fisheries*, 75(1), 5–11.

55. Omolade, O., & Solomon, R. J. (2017). Effect of organic and inorganic diet in the growth of *Clarias gariepinus*. *Direct Research Journal of Veterinary Medicine and Animal Science*, 2(3), 66–81.

56. Optimum light wavelength and light intensity for rearing juvenile African Catfish (*Clarias gariepinus*) / Muhammad Firdaus Sallehudin et al. (2017). *International Journal of Aquatic Science*, 8(2), 107–112.

57. Oyebola, O. O., Adekunle, O. M., & Setufe, S. B. (2017). 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*, 16(6), 1–11.

58. Peteri, A., D'Adamo, R., Josa, E., & Táncsics, A. (2015). *African catfish (Clarias gariepinus, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones : a manual*. FAO.
59. 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. (2016). *Notulae Scientia Biologicae*, 8(4), 437–443.
60. Shourbela, R. M., El-Hawarry, W. N., & Abd El-Rahman, S. H. (2016). Interactive effects of stocking density and feed type on growth, survival and cannibalism among African catfish (*C. gariepinus* Burchell 1822). *Online Journal of Animal Feed Research*, 6(3), 73–82.
61. Spawning response of African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822), Claridae: Teleost) exposed to different piscine pituitary and synthetic hormone / Gadisa Natea et al. (2017). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 264–269.
62. 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.
63. Suleiman, M. A., & Solomon, R. J. (2017). Effect of stocking on the growth and survival of *Clarias gariepinus* grown in plastic tanks. *Direct Research Journal of Veterinary Medicine and Animal Science*, 2(3), 82–92.
64. Testicular morphology and sperm motility in cultured African Catfish (*Clarias gariepinus*) at different stages of development / Okoye C. N. et al. (2016). *Notulae Scientia Biologicae*, 8(3), 281–285.
65. Tilahun, G., Dube, K., & Chtruvedi, C. S. (2016). 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*, 16(1), 123–133.