

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ТВАРИННИЦТВА ТА ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО
ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри
аквакультури
д.с.-г.н., професор
_____ Віталій БЕХ
«30» травня 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Обґрунтування до проекту рециркуляційної системи
аквакультури з вирощування 200 тонн кларієвого сома (*Clarias gariepinus*
Burchell, 1822)»**

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

Гарант освітньої програми

К.С.-Г.Н., ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Меланія ХИЖНЯК

(підпис)

**Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи**

_____ Віталій БЕХ
(підпис)

Виконав

_____ Ольга МАЗУРЕНКО
(підпис)

КИЇВ – 2025 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет тваринництва та водних біоресурсів**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
аквакультури

Д.С.-Г.Н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Віталій БЕХ

«25» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання випускної бакалаврської роботи студенту

МАЗУРЕНКО ОЛЬЗІ ВІКТОРІВНІ

Спеціальність 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Обґрунтування до проекту рециркуляційної системи аквакультури з вирощування 200 тонн кларієвого сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)».

затверджена наказом ректора НУБіП України від «25» 10 2024 р. № 1912 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 2025.05.30

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: Об'єкт культивування – африканський кларієвий сом , Тип господарства – басейнове, товарне, РАС

Ключові аспекти розробки: виробничий цикл від молоді до товарної риби годівля повноцінними гранульованими комбікормами, басейнова рециркуляційна аквакультурна система (РАС), річний обсяг виробництва товарної риби (не менше): 200 тонн.

Перелік питань, які потрібно розробити:

- обґрунтування вибору місця будівництва господарства;
- схема і детальне описання технології товарного басейнового вирощування кларієвого сома в РАС;
- розрахунки потреби у виробничій площі, технологічному обладнанні, басейнах та їх характеристиках, біологічному матеріалі, рибних кормах під задану потужність.

Економічна ефективність виробництва товарної продукції кларієвого сома на проектному господарстві.

Перелік графічних документів (за потреби)

Таблиці: «Показники якості води для вирощування кларієвого сома», «Рибницько-біологічні нормативи вирощування кларієвого сома», «Потреба в

сировині, матеріалах, технологічному обладнанні», «Економічні показники роботи проєктованого рибного господарства», «схема господарства» тощо.

Дата видачі завдання
Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи

Завдання прийняв до виконання

«25» жовтня 2024 р.

Віталій БЕХ
(ім'я та прізвище)

Ольга МАЗУРЕНКО
(ім'я та прізвище)

(підпис)

(підпис)

Зміст

РЕФЕРАТ.....	7
ВСТУП.....	9
1. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ АФРИКАНСЬКОГО КЛАРІЄВОГО СОМА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	11
1.1. Обсяги вирощування африканського кларієвого сома в світі.....	11
1.2. Рибницько-біологічна характеристика африканського кларієвого сома... 12	12
1.3. Технології вирощування африканського кларієвого сома та детальний опис басейнової РАС технології.....	16
1.4. Заключення з огляду літератури.....	20
2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ГОСПОДАРСТВА.....	21
2.1. Географічна характеристика місця будівництва.....	21
2.2. Гідрологічна та гідрохімічна характеристика джерела водопостачання... 22	22
3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
3.1. Методи дослідження	25
3.1.1. Методи збору та аналізу первинної інформації	25
3.1.2. Методи дослідження гідрохімічних параметрів	25
3.1.3. Методи дослідження рибоводно-біологічних показників	25
3.1.4. Методи технологічного проектування.....	26
3.1.5. Методи економічного аналізу	27
3.1.6. Методи статистичної обробки даних.....	27
3.2. Рибоводно-біологічні нормативи вирощування африканського кларієвого сома	27
3.2.1. Вимоги до параметрів водного середовища.....	27
3.2.2. Нормативи щільності посадки	28
3.2.3. Нормативи годівлі.....	29
3.2.4. Нормативи росту і розвитку	30
3.2.5. Нормативи виходу продукції	31
4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	32
4.1. Розрахунки потреб господарства у біологічному матеріалі африканського кларієвого сома.....	32
4.1.1. Розрахунок посадкового матеріалу.....	32
4.1.2. Розрахунок потреби у плідниках та ікрі	32
4.2. Розрахунки потреб господарства у басейновому фонді та складових РАС33	33
4.2.1. Розрахунок басейнів для вирощування товарної риби	33
4.2.2. Розрахунок басейнів для підрощування молоді.....	33
4.2.3. Розрахунок інкубаційного цеху	33
4.2.4. Розрахунок системи життєзабезпечення РАС.....	34
4.3. Розрахунки іншого устаткування у басейновому господарстві.....	34
4.3.1. Системи контролю параметрів води.....	34

4.3.2. Насосне обладнання.....	34
4.3.3. Обладнання для годівлі	35
4.3.4. Допоміжне обладнання.....	35
4.4. Потреби господарства в матеріальних засобах.....	35
4.4.1. Потреба в електроенергії.....	35
4.4.2. Потреба у воді	35
4.4.3. Потреба в кормах	36
4.4.4. Потреба в кисні	36
4.4.5. Потреба в персоналі.....	36
4.4.6. Потреба у виробничих приміщеннях.....	36
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ КЛАРІЄВОГО СОМА НА ПРОЕКТНОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	38
5.1. Капітальні витрати на будівництво та облаштування господарства	38
5.2. Поточні (експлуатаційні) витрати	39
5.4. Фінансово-економічні показники проекту.....	41
5.5. Аналіз ефективності проекту.....	41
5.5.1. SWOT-аналіз проекту	41
5.5.2. Аналіз чутливості проекту	42
5.5.3. Оцінка ризиків проекту	42
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	44
6.1. Загальні положення та законодавча база.....	44
6.2. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих факторів у господарстві з вирощування кларієвого сома	44
6.2.1. Фізичні фактори.....	44
6.2.2. Хімічні фактори	45
6.2.3. Біологічні фактори.....	45
6.2.4. Психофізіологічні фактори.....	45
6.3. Заходи з охорони праці та техніки безпеки.....	45
6.3.1. Технічні заходи безпеки	45
6.3.2. Організаційні заходи безпеки.....	46
6.3.3. Засоби індивідуального захисту.....	47
6.4. Пожежна безпека	48
6.4.1. Потенційні джерела пожежної небезпеки	48
6.4.2. Заходи пожежної безпеки.....	48
6.4.3. Протипожежне обладнання	48
6.5. Промислова санітарія та гігієна праці	48
6.5.1. Мікроклімат виробничих приміщень	48
6.5.2. Освітлення.....	48
6.5.3. Санітарно-побутові приміщення.....	49
6.5.4. Санітарно-гігієнічні вимоги до персоналу	49
6.6. Заходи безпеки при аварійних ситуаціях	49

6.6.1. Типові аварійні ситуації	49
6.6.2. План дій при аварійних ситуаціях	49
6.7. Висновки та рекомендації з охорони праці.....	50
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	53

РЕФЕРАТ

Робота виконана на 56 сторінках комп'ютерного тексту, включає 17 таблиць, 1 рисунок. Текст роботи складається із вступу, огляду літератури, матеріалів і методів, чотирьох розділів з результатами власних досліджень, охорони праці і висновків. Список літератури налічує 35 найменувань. Мета роботи – розробка обґрунтування технології з вирощування африканського кларієвого сома в умовах РАС.

Об'єкт дослідження – різновікова молодь та товарна риба африканського кларієвого сома.

Предмет дослідження – технологія культивування африканського кларієвого сома в басейнах в РАС.

Для досягнення мети дослідження було поставлено наступні завдання:

- зробити аналіз науково-технічної літератури за темою роботи для теоретичного обґрунтування вибору технології культивування африканського кларієвого сома;
- обґрунтувати вибір місця будівництва проектного підприємства;
- провести розрахунки потреби підприємства в сировині і матеріалах;
- обробити зібраний матеріал і проаналізувати отримані результати;
- зробити економічний аналіз виробництва товарної продукції в сучасних умовах господарювання;
- узагальнити у висновках досягнуті результати.

При проведенні дослідження було використано сучасні загальнонаукові та спеціальні розрахункові методи, якими користуються у рибництві.

Оцінку економічної ефективності вирощування африканського кларієвого сома за плановими показниками проведено шляхом розрахунку і аналізу

економічних показників: собівартість виробництва продукції, прибуток і рентабельність.

Практична значимість роботи полягає в розробці технологічного обґрунтування створення рентабельного підприємства з вирощування африканського кларієвого сома в РАС, що може бути використано при проектуванні нових та модернізації існуючих індустриальних рибницьких господарств.

ІНДУСТРІАЛЬНА АКВАКУЛЬТУРА, БАСЕЙНИ, АФРИКАНСЬКИЙ КЛАРІЄВИЙ СОМ, ГОДІВЛЯ, КОМБІКОРМИ, ЯКІСТЬ ВОДИ, ІКРА, РАС(РЕЦИРКУЛЯЦІЙНА АКВАКУЛЬТУРНА СИСТЕМА).

ВСТУП

Аквакультура є однією з найбільш динамічних галузей світового виробництва продуктів харчування. Зростання населення планети, збільшення попиту на якісну білкову продукцію та одночасне зменшення запасів промислових видів риб у природних водоймах зумовлюють необхідність розвитку інтенсивних технологій рибництва. Особливо перспективним напрямком є індустріальна аквакультура з використанням рециркуляційних систем.

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) став одним із найперспективніших об'єктів сучасної аквакультури завдяки своїм унікальним біологічним особливостям: швидкому темпу росту, невибагливості до умов утримання, високій резистентності до захворювань, здатності витримувати значні коливання параметрів водного середовища та ефективно засвоювати штучні корми. Ці характеристики дозволяють досягати високих показників продуктивності при вирощуванні даного виду в умовах рециркуляційних аквакультурних систем (РАС).

Особлива цінність африканського кларієвого сома як об'єкта аквакультури визначається також високими поживними властивостями його м'яса, що містить значну кількість повноцінного білка, незамінних амінокислот та мікроелементів, а також низьким вмістом жиру та холестерину. Це робить даний вид перспективним для вирощування з метою забезпечення населення якісною рибною продукцією.

Технології вирощування африканського кларієвого сома в умовах РАС дозволяють досягати високої щільності посадки риби, контролювати параметри водного середовища та оптимізувати процеси годівлі, що забезпечує значно вищу продуктивність порівняно з традиційними методами рибництва. Крім того, використання РАС дозволяє мінімізувати вплив сезонних факторів на процес вирощування та отримувати товарну продукцію протягом усього року незалежно від кліматичних умов.

Розвиток індустріального рибництва із застосуванням систем замкнутого водопостачання є також економічно та екологічно обґрунтованим, оскільки дозволяє значно скоротити витрати води та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Дослідження та впровадження ефективних технологій вирощування африканського кларієвого сома в умовах РАС є актуальним завданням, вирішення якого сприятиме розвитку вітчизняної аквакультури та зміцненню продовольчої безпеки.

1. ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ АФРИКАНСЬКОГО КЛАРІЄВОГО СОМА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Обсяги вирощування африканського кларієвого сома в світі

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є одним із найважливіших об'єктів аквакультури в багатьох регіонах світу. Його вирощування почало активно розвиватися з 1970-х років і з того часу демонструє стабільну тенденцію до зростання [5, 30].

За даними FAO (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН), загальне світове виробництво африканського кларієвого сома у 2023 році склало близько 1,2 млн. тонн, що становить приблизно 1,5% від загального обсягу світової аквакультури. Динаміка виробництва демонструє стабільне зростання - за останнє десятиліття обсяги збільшилися більш ніж на 40% [5, 29].

Основними виробниками африканського кларієвого сома у світі є:

1. Країни Африки: Нігерія, Єгипет, Уганда, Гана, Кенія - разом забезпечують близько 60% світового виробництва. Нігерія є беззаперечним лідером з виробництва понад 300 тис. тонн щорічно [5, 30].
2. Країни Південно-Східної Азії: Таїланд, Індонезія, В'єтнам і Філіппіни - разом забезпечують близько 25% світового виробництва [5].
3. Європейські країни: Нідерланди, Угорщина, Польща та інші - забезпечують близько 10% світового виробництва. В Європі африканський кларієвий сом вирощується переважно в умовах рециркуляційних систем [31, 35].

В Україні промислове вирощування африканського кларієвого сома почалося порівняно недавно, з початку 2000-х років, але галузь демонструє стійке зростання. За оцінками експертів, річний обсяг виробництва в Україні складає близько 500-800 тонн, з тенденцією до зростання на 15-20% щорічно [1, 20].

Популярність африканського кларієвого сома в аквакультурі обумовлена низкою факторів [3, 4]:

- Висока швидкість росту - досягнення товарної маси (700-1000 г) за 6-8 місяців;
- Ефективне використання кормів - кормовий коефіцієнт 0,8-1,2;
- Висока щільність посадки - до 300-500 кг/м³ у РАС;
- Стійкість до несприятливих умов середовища;
- Рентабельність виробництва - рівень рентабельності при правильній організації технологічного процесу може складати 40-60% [20, 28].

Світовий ринок африканського кларієвого сома характеризується сталим розвитком та зростаючим попитом. Більша частина продукції (близько 70%) споживається на внутрішніх ринках країн-виробників, особливо в Африці та Азії, де цей вид є традиційним продуктом харчування. Експорт здійснюється переважно в формі замороженого філе та спрямований на ринки Європи, США та розвинених країн Азії [29, 35].

За прогнозами FAO, до 2030 року очікується подальше зростання виробництва африканського кларієвого сома до 1,5-1,8 млн. тонн щорічно, що пов'язано з розширенням використання інтенсивних технологій вирощування, зокрема РАС, та зростаючим попитом на відносно недорогу та поживну рибну продукцію [5, 30].

1.2. Рибницько-біологічна характеристика африканського кларієвого сома

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) належить до родини Кларієвих (*Clariidae*), ряду Сомоподібних (*Siluriformes*). Даний вид характеризується унікальними біологічними особливостями, які роблять його цінним об'єктом аквакультури [2, 3].

Систематичне положення Царство: Тварини (*Animalia*) Тип: Хордові (*Chordata*) Підтип: Черепні (*Craniata*) Надклас: Щелепні (*Gnathostomata*) Клас: Променепері риби (*Actinopterygii*) Ряд: Сомоподібні (*Siluriformes*) Родина: Кларієві (*Clariidae*) Рід: *Clarias* Вид: *Clarias gariepinus* [32]

Морфологічні особливості

Африканський кларієвий сом має характерну зовнішність з подовженим, вугреподібним тілом, дещо сплющеною головою та довгими спинним і анальним плавцями, які тягнуться майже до хвостового плавця. Основні морфологічні характеристики [3, 19]:

- Довжина тіла: в природних умовах може досягати 1,7 м, в аквакультурі зазвичай вирощують до 45-60 см;
- Маса: в природі до 60 кг, в аквакультурі - зазвичай 1-3 кг;
- Шкіра: без луски, вкрита слизом, забарвлення варіює від темно-сірого до чорно-коричневого на спині та білувато-сірого на череві;
- Голова: сплющена, з широким ротом, оточеним 4 парами вусиків, які виконують тактильну функцію;
- Плавці: спинний плавець має 61-80 променів, анальний - 45-65 променів; грудні плавці мають сильні колючі промені;
- Зябра: модифіковані - крім зябрових пелюсток мають додатковий дихальний орган (деревоподібний орган), що дозволяє дихати атмосферним киснем [32].

Особливості фізіології

Африканський кларієвий сом має низку унікальних фізіологічних адаптацій, які визначають його високу пристосованість до різноманітних умов середовища [3, 4, 32]:

1. Дихальна система: поряд зі звичайними зябрами має додатковий дихальний орган - "деревоподібний орган", що дозволяє засвоювати кисень атмосферного повітря. Завдяки цьому може виживати у водоймах з дуже низьким вмістом розчиненого кисню (до 0,5 мг/л) і навіть певний час поза водою [2, 4].
2. Терморегуляція: хоча є холонокровоною твариною, має досить широкий діапазон толерантності до температури - від 10-12°C до 38°C. Оптимальний температурний режим для росту: 25-30°C [19].
3. Осморегуляція: здатний адаптуватися до вод з різною мінералізацією, включаючи солонувату воду (до 10-12‰) [32].
4. Метаболізм: характеризується високою ефективністю конверсії корму - кормовий коефіцієнт при використанні якісних кормів становить 0,8-1,2 [17, 18].
5. Імунна система: має високу резистентність до багатьох захворювань [13].

Екологія та поведінка

У природних умовах африканський кларієвий сом населяє різноманітні прісноводні екосистеми центральної та південної Африки - річки, озера, болота, затоплені ділянки суші. Основні екологічні та поведінкові характеристики [19, 40]:

- Спосіб життя: донний, найбільш активний у сутінках та вночі;
- Харчування: всеїдний хижак, в природі живиться рибою, безхребетними, земноводними, рослинною їжею;
- Соціальна структура: не утворює зграй, але може збиратися у групи під час нересту або при високій концентрації корму;
- Міграції: здатний до міграцій між водоймами, може пересуватися сушею на короткі відстані;
- Поведінка: досить агресивний, особливо при низькій забезпеченості кормом, може проявляти канібалізм [3, 11].

Репродуктивна біологія

Особливості розмноження африканського кларієвого сома [2, 19]:

- Статеве дозрівання: самці досягають статевої зрілості у віці 1-2 роки при масі 200-300 г, самки - у віці 2-3 роки при масі 300-400 г;
- Статевий диморфізм: у самців генітальний сосочок загострений, у самок - округлий, при наближенні нересту черевце самок округлюється;

- **Плодючість:** відносна плодючість - 80-120 тис. ікринок на 1 кг маси самки;
- **Розмноження:** в природі розмножується в період дощів; в аквакультурі для отримання потомства зазвичай використовують гормональну стимуляцію (гіпофізарні ін'єкції або синтетичні аналоги гонадотропін-релізінг гормону) [2, 3];
- **Нерест:** у природі - на мілководних ділянках із заростями рослинності після підйому рівня води; в аквакультурі - штучно стимульований в контрольованих умовах;
- **Розвиток:** ікра неклейка, діаметром 1,2-1,5 мм; інкубаційний період при температурі 25-28°C триває 24-36 годин; перехід на активне живлення відбувається через 3-4 доби після вилуплення [2, 19].

Темп росту та розвитку

Африканський кларієвий сом характеризується надзвичайно швидким ростом, що робить його привабливим об'єктом аквакультури [3, 17]:

- При оптимальній температурі (26-28°C) і повноцінній годівлі може досягати маси 800-1000 г за 6-8 місяців вирощування;
- Приріст маси в оптимальних умовах може складати 3-5% від маси тіла на добу на ранніх стадіях розвитку;
- Характерний нерівномірний ріст, що може призводити до канібалізму - необхідне регулярне сортування за розміром [11, 17].

Динаміка росту при оптимальних умовах [2, 3, 19]:

- Маса личинки при переході на активне живлення: 2-3 мг;
- Вік 2 тижні: 50-100 мг;
- Вік 1 місяць: 2-5 г;
- Вік 2 місяці: 40-80 г;
- Вік 4 місяці: 300-400 г;
- Вік 6 місяців: 600-800 г;
- Вік 8 місяців: 900-1200 г.

Харчові потреби

Африканський кларієвий сом - всеїдний вид з перевагою хижого типу живлення [6, 14, 18]:

- **Білки:** потреба в білку висока - оптимальний вміст у кормі складає 38-45% для молоді та 30-38% для товарної риби;
- **Жири:** оптимальний вміст у кормі - 8-12%;
- **Вуглеводи:** може засвоювати до 20-25% вуглеводів у кормі;
- **Вітаміни та мікроелементи:** потребує повного комплексу вітамінів та мікроелементів, особливо важливі вітаміни групи В, С, Е;

- Енергетична цінність корму: оптимальна - 15-18 МДж/кг [6, 14, 21].

Режим годівлі залежить від віку [14, 18, 34]:

- Личинки: кожні 2-3 години, добова норма - до 30% від маси тіла;
- Молодь: 4-6 разів на добу, добова норма - 6-10% від маси тіла;
- Товарна риба: 2-3 рази на добу, добова норма - 2-4% від маси тіла.

Особливості харчової поведінки включають активний пошук корму у нічний час та здатність споживати корм як на поверхні, так і з дна [12, 14].

Вимоги до якості води

Незважаючи на високу толерантність до несприятливих умов середовища, для забезпечення оптимального росту та розвитку африканського кларієвого сома необхідно підтримувати наступні параметри водного середовища [2, 15, 25]:

- Температура: оптимальна 25-30°C, допустима 20-32°C;
- Вміст розчиненого кисню: оптимальний > 5 мг/л, мінімальний - 2 мг/л (завдяки додатковому дихальному органу може виживати при концентрації кисню 0,5 мг/л і нижче);
- рН: оптимальний 6,5-7,5, допустимий 6,0-8,0;
- Вміст аміаку (NH₃): < 0,05 мг/л;
- Вміст нітритів (NO₂⁻): < 0,2 мг/л;
- Вміст нітратів (NO₃⁻): < 100 мг/л;
- Загальна твердість: 5-15°dH;
- Лужність: 50-150 мг/л CaCO₃;
- Прозорість: не критична (здатний орієнтуватися за допомогою вусиків та бічної лінії) [15, 25, 27].

Господарська цінність

Африканський кларієвий сом має високу господарську цінність завдяки поєднанню наступних характеристик [3, 4, 28]:

- Харчова цінність: вміст білка в м'ясі - 16-19%, жиру - 5-8%; м'ясо містить повний комплекс незамінних амінокислот та мікроелементів;
- Вихід їстівних частин: 45-55% (без голови та нутрощів);
- Смакові якості: м'ясо має світле забарвлення, ніжну консистенцію та приємний смак без вираженого запаху мулу;
- Технологічні властивості: м'ясо добре підходить для різноманітної кулінарної обробки - смаження, запікання, копчення, консервування;
- Кулінарне використання: в африканській кухні використовується цілою тушкою, в європейській - переважно у вигляді філе [35].

1.3. Технології вирощування африканського кларієвого сома та детальний опис басейнової РАС технології

Технології вирощування африканського кларієвого сома різноманітні - від екстенсивних методів у ставках до високоінтенсивних індустріальних технологій. Розглянемо основні технології, зосереджуючи увагу на басейновій РАС як найбільш перспективній для українських умов [2, 4, 8].

Основні технології вирощування

1. Ставкове вирощування

Найбільш поширене в країнах Африки та Південно-Східної Азії [5, 7].
Характеристики:

- Щільність посадки: 2-5 особин/м² (1-3 кг/м²);
- Тривалість циклу: 8-12 місяців;
- Рибопродуктивність: 3-10 т/га;
- Годівля: комбінована - природна кормова база + штучні корми;
- Водобмін: обмежений, часто залежить від опадів;
- Контроль параметрів середовища: мінімальний.

Переваги: низькі капітальні витрати, мінімальне використання електроенергії, екологічність. Недоліки: сезонність виробництва, низька продуктивність, залежність від кліматичних умов [5, 24].

2. Садкове вирощування

Здійснюється в садках, розташованих у природних або штучних водоймах [1, 24]. Характеристики:

- Щільність посадки: 50-150 кг/м³;
- Тривалість циклу: 6-8 місяців;
- Годівля: повнораціонні комбікорми;
- Водобмін: природний;
- Контроль параметрів середовища: обмежений.

Переваги: відносно низькі капітальні витрати, використання існуючих водойм. Недоліки: залежність від якості води у водоймі, сезонність, ризики захворювань [1, 24].

3. Вирощування в проточних басейнах

Використовуються бетонні або пластикові басейни з постійним проточним водопостачанням [35]. Характеристики:

- Щільність посадки: 50-200 кг/м³;
- Тривалість циклу: 6-8 місяців;
- Годівля: повнораціонні комбікорми;
- Водобмін: високий (до 2-4 об'ємів за годину);
- Контроль параметрів середовища: частковий.

Переваги: вища продуктивність порівняно зі ставковим і садковим вирощуванням, більший контроль умов середовища. Недоліки: високі витрати води, залежність від якості води джерела водопостачання [25, 35].

4. Вирощування в РАС (рециркуляційній аквакультурній системі)

Найбільш інтенсивна технологія, що забезпечує максимальний контроль за умовами вирощування та найвищу продуктивність [2, 8, 9]. Характеристики:

- Щільність посадки: 200-500 кг/м³;
- Тривалість циклу: 5-7 місяців;
- Годівля: високопротеїнові комбікорми;
- Водообмін: мінімальний - 5-10% від об'єму системи на добу;
- Контроль параметрів середовища: повний.

Переваги: максимальна продуктивність, цілорічне виробництво, мінімальні витрати води, незалежність від кліматичних умов. Недоліки: високі капітальні й експлуатаційні витрати, залежність від електроенергії, потреба у кваліфікованому персоналі [8, 9, 22, 30].

Детальний опис басейнової РАС технології

Компоненти РАС

Сучасна РАС для вирощування африканського кларієвого сома складається з наступних основних компонентів [8, 9, 16]:

1. Рибоводні басейни - призначені для утримання риби. Типи:
 - Круглі (діаметр 3-10 м, глибина 0,8-1,5 м);
 - Квадратні або прямокутні (з округленими кутами);
 - Силоси (глибина до 4-6 м);
 - Об'єм басейнів: від 2 до 100 м³, залежно від розміру господарства [8, 16].
2. Механічна фільтрація - видалення твердих відходів. Типи:
 - Барабанні фільтри (розмір комірки 40-100 мкм);
 - Мікросіткові фільтри;
 - Відстійники;
 - Піщані фільтри [16, 26].
3. Біологічна фільтрація - видалення розчинених органічних сполук та токсичних метаболітів. Типи:
 - Біофільтри з рухомим завантаженням (MBBR);
 - Біофільтри з нерухомим завантаженням;
 - Біофлок-технологія;
 - Аеробний та анаеробний біологічний розклад [26, 27].
4. Система аерації та оксигенації:
 - Аератори різних типів;
 - Оксигенатори (генератори кисню + компресори);
 - Системи дозування кисню [16, 25].
5. Система терморегуляції:

- Теплообмінники;
- Котли або теплові насоси;
- Системи охолодження [16].
- 6. Системи контролю та моніторингу:
 - Датчики рН, температури, розчиненого кисню, ORP;
 - Автоматизовані системи контролю;
 - Системи сигналізації [8, 16].
- 7. Додаткові компоненти:
 - UV-стерилізатори;
 - Піногасники;
 - Системи дозування хімічних реагентів;
 - Резервні генератори;
 - Системи годівлі [8, 16, 25].

Технологічний процес вирощування в РАС

1. Отримання посадкового матеріалу

Варіант 1: Власне відтворення Процес включає [2, 3, 19]:

- Утримання ремонтно-маточного стада (щільність посадки 20-30 кг/м³);
- Гормональна стимуляція нересту (препарати: суспензія гіпофіза, "Овопель", "Нерестин", Сурфагон);
- Штучне запліднення (сухий метод);
- Інкубація ікри (інкубаційні апарати Вейса, модифіковані кларієві інкубатори);
- Витримування передличинок (1-3 доби);
- Підрощування личинок до маси 0,5-1 г (15-20 діб).

Варіант 2: Закупівля посадкового матеріалу Закупівля вже підрощеної молоді масою 5-20 г у спеціалізованих розплідниках [2, 3].

2. Вирощування товарної риби

Етапи вирощування [2, 3, 14]:

1. Вирощування молоді (від 1 г до 50 г):
 - Щільність посадки: 20-50 кг/м³;
 - Тривалість: 30-45 днів;
 - Годівля: стартові корми з вмістом протеїну 45-50%, розмір гранул 1-2 мм;
 - Кратність годівлі: 4-6 разів на добу;
 - Добова норма годівлі: 5-10% від маси риби [12, 14, 18].
2. Вирощування до ваги середньої товарної риби (від 50 г до 300-400 г):
 - Щільність посадки: до 150-200 кг/м³;
 - Тривалість: 60-90 днів;

- Годівля: продукційні корми з вмістом протеїну 38-42%, розмір гранул 3-4 мм;
 - Кратність годівлі: 3-4 рази на добу;
 - Добова норма годівлі: 3-5% від маси риби [14, 18].
3. Вирощування товарної риби (від 300-400 г до 800-1200 г):
- Щільність посадки: до 250-350 кг/м³;
 - Тривалість: 60-90 днів;
 - Годівля: продукційні корми з вмістом протеїну 32-38%, розмір гранул 4-6 мм;
 - Кратність годівлі: 2-3 рази на добу;
 - Добова норма годівлі: 1,5-3% від маси риби [14, 18, 37].

Особливості експлуатації РАС для африканського кларієвого сома

1. Водобмін [8, 9, 16]:
 - Загальний водобмін у системі: 1-2 об'єми води в басейнах за годину;
 - Підживлення свіжою водою: 5-10% від об'єму системи на добу.
2. Параметри води [15, 25, 27]:
 - Підтримання оптимальної температури 26-28°C;
 - Контроль рівня розчиненого кисню (>5 мг/л на вході в басейн);
 - Підтримання рН у діапазоні 6,8-7,5;
 - Контроль рівня аміаку, нітритів, нітратів.
3. Годівля [6, 14, 18]:
 - Використання автоматичних або напівавтоматичних годівниць;
 - Розрахунок добової норми корму на основі біомаси риби і таблиць годівлі;
 - Контроль поїдання корму для корекції норм годівлі.
4. Сортування [3, 11, 17]:
 - Регулярне сортування риби за розміром для запобігання канібалізму;
 - Перше сортування: при досягненні маси 5-10 г;
 - Подальші сортування: кожні 30-45 днів.
5. Біобезпека [13]:
 - Карантинування нової риби;
 - Дезінфекція обладнання та інвентарю;
 - Контроль доступу персоналу;
 - Профілактичні заходи щодо попередження захворювань.

1.4 Заключення з огляду літератури

На основі проведеного аналізу літературних джерел можна зробити наступні висновки:

Африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є одним з найперспективніших об'єктів індустріальної аквакультури в умовах рециркуляційних аквакультурних систем (РАС) завдяки своїм біологічним особливостям: високій швидкості росту, невибагливості до умов утримання, стійкості до захворювань та можливості утримання при високих щільностях посадки.

Технологія вирощування африканського сома в РАС добре розроблена і успішно застосовується в багатьох країнах світу, демонструючи високі показники продуктивності. При правильній організації технологічного процесу можливо досягти швидкості росту від малька до товарної риби масою 1 кг за 6-8 місяців при коефіцієнті конверсії корму 0,8-1,0.

Сучасні рециркуляційні системи для вирощування кларієвого сома характеризуються високим рівнем інтенсифікації, що дозволяє отримувати до 300-500 кг товарної продукції з 1 м³ води на рік. Це досягається завдяки оптимізації параметрів середовища, використанню високоякісних кормів та ефективних систем очищення води.

Аналіз ринкових тенденцій показує зростаючий попит на продукцію з африканського сома, особливо в сегментах охолодженого філе та напівфабрикатів. При цьому собівартість вирощування сома в РАС може бути конкурентоспроможною у порівнянні з іншими видами риби при правильній організації виробництва та оптимізації енергетичних витрат.

Проведений огляд технологічних рішень для РАС потужністю 200 тонн на рік демонструє можливість створення високопродуктивного господарства з прийнятними інвестиційними та експлуатаційними витратами. Такі системи характеризуються високим рівнем автоматизації та можливістю точного контролю параметрів середовища.

Досвід існуючих господарств показує, що для успішного функціонування РАС критичними факторами є: забезпечення стабільної якості води, надійність систем життєзабезпечення, кваліфікація персоналу, доступність якісних кормів та ефективна система збуту продукції.

Аналіз ризиків проектів РАС виявляє необхідність приділяти особливу увагу питанням енергоефективності, обслуговування біофільтрів, профілактики захворювань та створенню систем резервного електропостачання.

Таким чином, створення РАС для вирощування африканського кларієвого сома потужністю 200 тонн на рік є перспективним напрямком інвестування в аквакультуру, що має потенціал забезпечити стабільне виробництво високоякісної рибної продукції з прийнятними економічними показниками за умови дотримання технологічних вимог та ефективного менеджменту.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ГОСПОДАРСТВА

2.1. Географічна характеристика місця будівництва

Проектоване господарство з вирощування африканського кларієвого сома потужністю 200 тонн на рік планується розташувати в Київській області, Броварському районі, на території колишнього тваринницького комплексу поблизу села Велика Димерка. Дана локація має ряд переваг для розміщення рециркуляційної аквакультурної системи (РАС).

Географічне положення та транспортна доступність:

- Відстань до Києва: 25 км;
- Відстань до автомагістралі Київ-Чернігів (М-01): 3 км;
- Асфальтоване сполучення з найближчим населеним пунктом: наявне;
- Залізнична станція: Бровари (12 км).

Кліматичні умови:

- Клімат: помірно-континентальний;
- Середньорічна температура: +7,8°C;
- Середня температура найхолоднішого місяця (січень): -5,6°C;
- Середня температура найтеплішого місяця (липень): +19,5°C;
- Тривалість опалювального сезону: 176 днів;
- Середньорічна кількість опадів: 620 мм.

Характеристика земельної ділянки:

- Загальна площа: 2,7 га;
- Категорія земель: землі промисловості;
- Рельєф ділянки: рівнинний з незначним нахилом (1-2°) у південному напрямку;
- Наявність під'їзних шляхів: існуючі асфальтовані дороги;
- Наявність існуючих будівель: цегляна будівля колишнього тваринницького комплексу площею 3200 м², придатна для реконструкції під РАС.

Інфраструктурне забезпечення:

- Електропостачання: наявна трансформаторна підстанція потужністю 630 кВА, можливість підключення до лінії 10 кВ;
- Газопостачання: магістральний газопровід середнього тиску розташований на відстані 800 м;
- Водопостачання: власна артезіанська свердловина глибиною 120 м, дебіт 25 м³/год;

- Водовідведення: локальні очисні споруди з можливістю скиду у меліоративний канал (за умови дотримання нормативів);
- Телекомунікації: доступ до швидкісного інтернету та мобільного зв'язку.

Соціально-економічні фактори:

- Наявність трудових ресурсів: населення Великої Димерки становить близько 5500 осіб;
- Відстань до навчальних закладів аграрного профілю: Національний університет біоресурсів і природокористування України (40 км);
- Наявність кваліфікованих кадрів у регіоні: середня;
- Рівень безробіття в районі: 8,2%.

Екологічні аспекти:

- Відсутність промислових підприємств з шкідливими викидами в радіусі 5 км;
- Віддаленість від природоохоронних зон: понад 10 км;
- Відповідність вимогам санітарно-захисних зон: наявна.

2.2. Гідрологічна та гідрохімічна характеристика джерела водопостачання

Основним джерелом водопостачання проектного господарства є артезіанська свердловина, пробурена до бучацького водоносного горизонту на глибину 120 м. Резервним джерелом водопостачання виступає муніципальний водогін.

Гідрологічні параметри свердловини:

- Глибина свердловини: 120 м;
- Глибина залягання водоносного горизонту: 90-115 м;
- Статичний рівень води: 45 м;
- Динамічний рівень води: 60 м;
- Дебіт свердловини: 25 м³/год;
- Максимально можливий водовідбір: 600 м³/добу;
- Паспортний термін експлуатації свердловини: 25 років;
- Рік введення в експлуатацію: 2020;
- Тип насосного обладнання: занурений насос Grundfos SP 17-10, потужність 11 кВт.

Гідрохімічні показники води з артезіанської свердловини:

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення	Нормативне значення для РАС
pH	одиниці рН	7,4	6,8-7,5

Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення	Нормативне значення для РАС
Загальна жорсткість	мг-екв/л	6,8	до 8,0
Загальна мінералізація	мг/л	480	до 1000
Залізо загальне	мг/л	0,28	до 0,5
Марганець	мг/л	0,03	до 0,1
Кальцій	мг/л	92	80-120
Магній	мг/л	24	до 50
Нітрати	мг/л	0,8	до 50
Нітрити	мг/л	<0,003	до 0,1
Амоній	мг/л	0,05	до 0,5
Розчинений кисень	мг/л	2,8	-
Окислюваність перманганатна	мг О ₂ /л	1,2	до 5,0
Сульфати	мг/л	42	до 250
Хлориди	мг/л	26	до 300
Фосфати	мг/л	0,05	до 3,5
Температура	°С	10,5	-

Характеристика водопідготовки:

Вода з артезіанської свердловини потребує попередньої обробки перед використанням у РАС:

- Аерація для видалення надлишкових газів та насичення киснем;
- Фільтрація через піщано-гравійні фільтри для видалення механічних домішок;
- Видалення заліза на спеціалізованих фільтрах;
- Нагрівання до технологічно необхідної температури (26-28°C);
- Знезараження за допомогою УФ-опромінення.

Водовідведення та можливості повторного використання води:

Підприємство планує використовувати замкнуту систему водопостачання з мінімальним скидом стічних вод. Відпрацьована вода з РАС після додаткового очищення буде використовуватись для технічних потреб господарства (полив території, миття обладнання). Залишковий об'єм стічних вод після доочищення на локальних очисних спорудах може бути скинутий у меліоративний канал відповідно до дозволу на спеціальне водокористування.

Проектований об'єм водоспоживання для РАС потужністю 200 тонн на рік становить:

- Первинне заповнення системи: 1000 м³;
- Щоденне підживлення свіжою водою: 30-60 м³/добу (5-10% від об'єму системи);
- Річна потреба у воді: 11000-22000 м³.

Таким чином, наявні джерела водопостачання повністю забезпечують потреби проектного господарства у воді необхідної якості та кількості.

3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Методи дослідження

Дослідження технологічних аспектів вирощування африканського кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання (УЗВ) проводилось з використанням комплексу методів, що дозволяють всебічно оцінити ефективність виробництва та обґрунтувати проектні рішення для господарства потужністю 200 тонн на рік [8, 19].

3.1.1. Методи збору та аналізу первинної інформації

Аналіз літературних джерел Проведено аналіз сучасної наукової літератури, технічної документації та нормативних матеріалів щодо біологічних особливостей африканського кларієвого сома та технології його вирощування в УЗВ [1, 3, 4]. Використано матеріали вітчизняних та зарубіжних наукових публікацій за останні 15 років (2010-2025 рр.), патентну інформацію та технічні регламенти провідних виробників обладнання для УЗВ [9, 16].

Польові дослідження

- Обстеження потенційного місця розташування господарства з визначенням інфраструктурних можливостей;
- Відбір проб води з артезіанської свердловини для аналізу [32];
- Вивчення наявної інженерної інфраструктури [35].

3.1.2. Методи дослідження гідрохімічних параметрів

Дослідження якості води проводилось згідно зі стандартними методиками [15, 25]:

- Температура: термометричний метод (ДСТУ ISO 7888:2007);
- Активна реакція води (рН): потенціометричний метод (ДСТУ ISO 10523:2012);
- Вміст розчиненого кисню: електрохімічний метод з використанням оксиметра YSI ProODO (ДСТУ ISO 5814:2016);
- Загальна мінералізація: кондуктометричний метод (ДСТУ ISO 7888:2007);
- Вміст азотних сполук (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-): фотометричний метод з використанням спектрофотометра ULAB 102 (ДСТУ ISO 7150-1:2003, ДСТУ ISO 6777:2003, ДСТУ ISO 7890-3:2003) [27];
- Вміст фосфатів: фотометричний метод (ДСТУ ISO 6878:2008);
- Загальна твердість води: комплексометричний метод (ДСТУ ISO 6059:2003);
- Вміст вільного вуглекислого газу: титриметричний метод;
- БСК₅: метод розведень (ДСТУ ISO 5815-1:2009).

3.1.3. Методи дослідження рибоводно-біологічних показників

Визначення розмірно-вагових показників риб

- Індивідуальне зважування: на електронних вагах AXIS AD1000 з точністю до 0,1 г;
- Вимірювання довжини: за допомогою мірної лінійки з точністю до 1 мм;
- Визначення середньої маси шляхом зважування контрольних груп по 30-50 екземплярів з кожного басейну;
- Коефіцієнт варіації маси: статистичне визначення за результатами індивідуальних зважувань контрольних груп.

Визначення рибоводних показників [2, 18]

- Вживаність: розрахунковим методом на основі початкової та кінцевої кількості риб;
- Швидкість росту: визначення абсолютного (г/добу) та відносного (% на добу) приростів;
- Кормовий коефіцієнт: розрахунок відношення кількості витраченого корму до приросту іхтіомаси;
- Рибопродуктивність: розрахунок кількості продукції з одиниці об'єму ($\text{кг}/\text{м}^3$) за одиницю часу.

Фізіологічні дослідження [32]

- Визначення індексів внутрішніх органів: ваговим методом;
- Гематологічні дослідження: визначення вмісту гемоглобіну, кількості еритроцитів та лейкоцитів;
- Біохімічний аналіз сироватки крові: визначення вмісту загального білка, глюкози, загальних ліпідів.

3.1.4. Методи технологічного проектування

Гідравлічні розрахунки [16, 26]

- Розрахунок водообміну в басейнах;
- Визначення продуктивності насосного обладнання;
- Розрахунок трубопроводів та арматури;
- Моделювання гідравлічних режимів роботи системи.

Біологічна очистка води [9, 15, 22, 26]

- Розрахунок продуктивності механічних фільтрів;
- Визначення об'єму та конструктивних параметрів біофільтрів;
- Розрахунок потреби в кисні для біологічної нітрифікації;
- Проектування системи денітрифікації.

Енергетичні розрахунки [9]

- Визначення теплового балансу системи;

- Розрахунок потужності обладнання для терморегуляції;
- Розрахунок енергоспоживання основних вузлів УЗВ;
- Визначення потреби в резервному електропостачанні.

3.1.5. Методи економічного аналізу

Інвестиційний аналіз [20, 28]

- Розрахунок капітальних витрат;
- Визначення терміну окупності;
- Розрахунок чистої приведеної вартості (NPV);
- Визначення внутрішньої норми дохідності (IRR).

Аналіз експлуатаційних витрат [20]

- Розрахунок собівартості продукції;
- Визначення структури виробничих витрат;
- Аналіз беззбитковості виробництва;
- Оцінка ефективності використання ресурсів.

Аналіз ризиків [33]

- Ідентифікація та класифікація ризиків;
- Визначення ймовірності виникнення ризикових подій;
- Оцінка можливих наслідків;
- Розробка заходів мінімізації ризиків.

3.1.6. Методи статистичної обробки даних

Обробка експериментальних даних здійснювалась з використанням стандартних статистичних методів :

- Визначення середніх значень, стандартних відхилень, коефіцієнтів варіації;
- Оцінка достовірності відмінностей за t-критерієм Стьюдента;
- Кореляційний та регресійний аналіз;
- Використання програмного забезпечення MS Excel та Statistica 10.0 для статистичної обробки.

3.2. *Рибоводно-біологічні нормативи вирощування африканського кларієвого сома*

3.2.1. Вимоги до параметрів водного середовища

Оптимальні параметри водного середовища для вирощування кларієвого сома [2, 11, 13]:

Параметр	Оптимальні значення	Допустимі межі	Критичні значення
Температура, °С	26-28	22-32	<18 та >35
Вміст розчиненого кисню, мг/л	>5	2-5	<1
рН	7,0-7,5	6,5-8,0	<6,0 та >9,0
Вільний аміак (NH ₃), мг/л	<0,05	0,05-0,1	>0,2
Амонійний азот (NH ₄ ⁺), мг/л	<1,0	1,0-5,0	>10,0
Нітрити (NO ₂ ⁻), мг/л	<0,2	0,2-0,5	>1,0
Нітрати (NO ₃ ⁻), мг/л	<50	50-100	>300
Вуглекислий газ (CO ₂), мг/л	<10	10-15	>30
Загальна твердість, мг-екв/л	5-15	3-20	<2 та >25
Лужність, мг-екв/л	3-5	2-8	<1 та >10
Завислі речовини, мг/л	<10	10-30	>50
Швидкість течії, см/с	5-15	2-20	>30

Допустимі добові коливання параметрів середовища [25, 27]:

- Температура: $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$;
- рН: $\pm 0,2$ одиниці;
- Розчинений кисень: не нижче 4,0 мг/л;
- Амонійний азот: $\pm 1,0$ мг/л.

3.2.2. Нормативи щільності посадки

Щільність посадки на різних етапах вирощування [3, 4, 17]:

Етап вирощування	Маса риби, г	Щільність посадки, кг/м ³
Личинки	0,01-0,5	1-5
Малькове вирощування	0,5-5	5-20
Вирощування молоді	5-50	20-50
Товарне вирощування I	50-300	150-200
Товарне вирощування II	300-800	250-350
Товарне вирощування III	>800	300-400

Етап вирощування	Маса риби, г	Щільність посадки, кг/м ³
Утримання плідників	1500-5000	20-30

Коригування щільності посадки залежно від параметрів системи [17, 19]:

- При зниженні температури води на 1°C нижче оптимуму щільність посадки знижується на 7%;
- При подачі чистого кисню допускається підвищення щільності посадки на 20-30%;
- При використанні оксигенаторів щільність посадки може бути збільшена на 40-50%;
- Для систем з біофлокуляцією щільність посадки знижується на 10-15% через підвищений вміст завислих речовин.

3.2.3. Нормативи годівлі

Характеристика кормів для різних вікових груп [6, 7, 14, 21]:

Вікова група	Маса риби, г	Вміст протеїну, %	Вміст жиру, %	Розмір гранул, мм
Личинки	0,01-0,5	55-60	10-12	0,1-0,4
Мальки	0,5-5	50-55	10-12	0,4-1,0
Молодь	5-50	45-50	8-10	1,0-2,0
Товарна риба I	50-300	38-42	8-10	3,0-4,0
Товарна риба II	300-800	35-38	6-8	4,0-6,0
Товарна риба III	>800	32-35	6-8	6,0-8,0
Плідники	1500-5000	42-45	8-10	8,0-10,0

Добові норми годівлі (% від маси тіла) [14, 34]:

Маса риби, г	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C
1-5	8	9	10	11	12
5-20	6	7	8	9	10
20-50	4	5	6	7	8
50-100	3	4	5	6	6
100-250	2,5	3	3,5	4	4,5
250-500	2	2,5	3	3,5	4
500-1000	1,5	2	2,5	3	3,5

Маса риби, г	26°C	27°C	28°C	29°C	30°C
>1000	1	1,5	2	2,5	3

Кратність годівлі [14]:

Маса риби, г	Кількість годівель на добу
0,1-1	8-10
1-10	6-8
10-50	4-6
50-200	3-4
200-500	2-3
>500	2

Коригувальні коефіцієнти до норм годівлі [6, 12]:

- При вмісті кисню менше 5 мг/л — зменшення на 20%;
- При підвищеному вмісті аміаку (>0,5 мг/л) — зменшення на 30%;
- У період адаптації після транспортування — зменшення на 50%;
- За 24 години до сортування або транспортування — годівлю припиняють;
- При захворюваннях — зменшення на 50-100% (залежно від характеру захворювання) [13].

3.2.4. Нормативи росту і розвитку

Темп росту кларієвого сома при оптимальних умовах вирощування [2, 3, 18]:

Вік, доба від викльову	Середня маса, г	Приріст, г/добу	Кумулятивний кормовий коефіцієнт
1	0,002	-	-
10	0,05	0,005	0,8
30	1,0	0,05	0,9
60	10	0,3	0,9
90	50	1,3	0,9
120	150	3,3	0,9
150	300	5,0	1,0
180	500	6,7	1,0
210	750	8,3	1,1
240	1000	8,3	1,2

Коефіцієнти переводу при зміні технологічних циклів [19]:

- Від личинок до мальків — 50-60%;
- Від мальків до молоді — 85-90%;
- Від молоді до товарної риби — 90-95%;
- Загальний коефіцієнт від зарибнення до товарної продукції — 40-45%.

3.2.5. Нормативи виходу продукції

Продуктивність виробничих ємностей [4, 19, 31]:

Технологічний цикл	Тривалість, діб	Початкова маса, г	Кінцева маса, г	Продуктивність, кг/м ³ /цикл
Підрощування личинок	20-25	0,01	1	1-2
Вирощування мальків	30-40	1	10	10-15
Вирощування молоді	30-45	10	50	40-50
Товарне вирощування I	60-75	50	300	150-200
Товарне вирощування II	60-75	300	800	250-300
Річна продуктивність РАС	365	10	800	400-500 кг/м ³ /рік

Вихід продукції при різних варіантах технологічного процесу [20]:

Показник	Повний цикл	Вирощування від молоді
Тривалість циклу, діб	210-240	120-150
Вихід товарної продукції, % від початкової кількості	40-45	85-90
Кормовий коефіцієнт	0,9-1,2	0,8-1,0
Витрати електроенергії, кВт·год/кг продукції	2,5-3,5	1,8-2,5
Витрати води, м ³ /кг продукції	0,15-0,25	0,10-0,15
Вихід філе, % від маси риби	40-45	40-45

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунки потреб господарства у біологічному матеріалі африканського кларієвого сома

Для планування роботи господарства з вирощування африканського кларієвого сома в РАС необхідно розрахувати потреби у біологічному матеріалі. Планова потужність господарства становить 200 тонн товарної риби на рік.

4.1.1. Розрахунок посадкового матеріалу

При розрахунку враховуємо наступні показники:

- Планова потужність господарства: 200 тонн/рік
- Середня маса товарної риби: 1 кг
- Загальна кількість товарних особин: 200 000 шт.
- Вживаність на етапі вирощування товарної риби: 90%
- Коефіцієнт запасу (для компенсації можливих втрат): 1,15

Необхідна кількість молоді (мальків масою 1 г) для зариблення: $200\ 000\ \text{шт.} \div 0,90 \times 1,15 = 255\ 556\ \text{шт.}$

4.1.2. Розрахунок потреби у плідниках та ікрі

Для безперервного забезпечення господарства посадковим матеріалом необхідна власна репродуктивна група:

- Робоча плодючість самиць: близько 200 000 ікринок з однієї самиці
- Відсоток запліднення та інкубації ікри: 80%
- Вживаність від личинки до мальків масою 1 г: 75%
- Співвідношення самців і самиць: 1:2

Розрахунок кількості ікри: $255\ 556\ \text{шт. мальків} \div 0,75 = 340\ 741\ \text{личинок}$
 $340\ 741\ \text{личинок} \div 0,80 = 425\ 926\ \text{ікринок}$

Необхідна кількість самиць при розрахунку річної потреби та розподілі на 12 циклів: $425\ 926\ \text{ікринок} \div 200\ 000\ \text{ікринок/самиця} \div 12\ \text{циклів} = 0,18\ \text{самиці/цикл}$

Для забезпечення стабільної роботи та з урахуванням резерву необхідно мати 3 самиці та 2 самця (при співвідношенні 1:2 та з урахуванням резерву).

4.2. Розрахунки потреб господарства у басейновому фонді та складових РАС

4.2.1. Розрахунок басейнів для вирощування товарної риби

При проектуванні РАС для вирощування товарного кларієвого сома враховуємо:

- Оптимальна щільність посадки на фінальному етапі: 250-300 кг/м³
- Загальна біомаса товарної риби: 200 000 кг/рік
- Тривалість циклу вирощування до товарної маси: 6 місяців
- Система вирощування: потокова, з щомісячним введенням нових груп

Розрахунок необхідного об'єму басейнів для товарної риби:

- Одночасна наявність у господарстві: $200 \text{ т} \div 2 = 100 \text{ т}$ біомаси
- Необхідний об'єм води при щільності 275 кг/м³: $100\,000 \text{ кг} \div 275 \text{ кг/м}^3 = 363,6 \text{ м}^3$

Для рівномірного розподілу риби різних вікових груп використовуємо басейни об'ємом 30 м³: $363,6 \text{ м}^3 \div 30 \text{ м}^3 = 12,12$ басейнів

Приймаємо 12 басейнів об'ємом 30 м³ для товарної риби.

4.2.2. Розрахунок басейнів для підрощування молоді

Для підрощування молоді від 1 г до 50 г необхідно:

- Щільність посадки: 100-150 кг/м³
- Тривалість вирощування: 1,5-2 місяці
- Кількість молоді на один цикл: $255\,556 \div 12 = 21\,296$ шт.
- Середня маса наприкінці підрощування: 50 г
- Біомаса наприкінці підрощування: $21\,296 \text{ шт.} \times 0,05 \text{ кг} = 1\,064,8 \text{ кг}$

Необхідний об'єм басейнів: $1\,064,8 \text{ кг} \div 125 \text{ кг/м}^3 = 8,52 \text{ м}^3$

Приймаємо 3 басейни об'ємом 3 м³ для підрощування молоді.

4.2.3. Розрахунок інкубаційного цеху

Для інкубації ікри та утримання личинок необхідно:

- 4 інкубаційні апарати об'ємом 200 л кожний
- 2 басейни для утримання личинок об'ємом 1 м³ кожний
- 2 басейни для плідників об'ємом 5 м³ кожний

4.2.4. Розрахунок системи життєзабезпечення РАС

Для функціонування РАС потрібні наступні компоненти:

1. Механічна фільтрація:
 - Барабанні фільтри: 3 установки продуктивністю 150 м³/год кожна
 - Пісочні фільтри: 5 установок продуктивністю 90 м³/год кожна
2. Біологічна фільтрація:
 - Біофільтри з рухомим завантаженням (MBBR): 5 секцій по 15 м³ кожна
 - Загальний об'єм біозавантаження: 75 м³
 - Питома площа біозавантаження: 750 м²/м³
 - Загальна площа біофільтрації: 56 250 м²
3. Система аерації та оксигенації:
 - Чистий кисень: 2 генератори кисню продуктивністю 15 кг О₂/год кожний
 - Система розчинення кисню: 4 оксиконуси об'ємом 2 м³ кожний
 - Компресори для аерації: 4 шт. продуктивністю 250 м³/год кожний
4. Система дезінфекції води:
 - УФ-установки: 3 шт. продуктивністю 150 м³/год кожна
 - Озонатори: 2 шт. продуктивністю 250 г О₃/год кожний
5. Система терморегуляції:
 - Теплообмінники: 4 шт. потужністю 150 кВт кожний
 - Теплові насоси: 2 шт. потужністю 75 кВт кожний

4.3. Розрахунки іншого устаткування у басейновому господарстві

4.3.1. Системи контролю параметрів води

- Автоматизована система контролю параметрів води: 1 комплект
 - Датчики рН: 15 шт.
 - Датчики розчиненого кисню: 15 шт.
 - Датчики температури: 15 шт.
 - Датчики редокс-потенціалу: 5 шт.
 - Датчики рівня води: 20 шт.
 - Контролери автоматики: 5 комплектів

4.3.2. Насосне обладнання

- Циркуляційні насоси основного контуру: 8 шт. продуктивністю 120 м³/год кожний
- Насоси дренажні: 4 шт. продуктивністю 30 м³/год кожний
- Дозуючі насоси: 8 шт. різної продуктивності
- Насоси теплообмінників: 6 шт. продуктивністю 50 м³/год кожний

4.3.3. Обладнання для годівлі

- Автоматичні годівниці: 15 шт.
- Система приготування та подачі корму: 1 комплект
- Силоси для зберігання кормів: 3 шт. об'ємом 10 м³ кожний

4.3.4. Допоміжне обладнання

- Сортувальні столи: 2 шт.
- Ваги електронні різної вантажопідйомності: 5 шт.
- Морозильні камери для зберігання кормів і готової продукції: 2 шт. об'ємом 15 м³ кожна
- Насос для відкачування та транспортування риби: 2 шт.
- Апарат оглушення риби: 1 шт.
- Лінія переробки: 1 комплект
- Автоклави для стерилізації обладнання: 2 шт.

4.4. Потреби господарства в матеріальних засобах

4.4.1. Потреба в електроенергії

Загальна встановлена потужність електрообладнання господарства:

- Насосне обладнання: 185 кВт
- Система аерації та оксигенації: 95 кВт
- Системи фільтрації: 65 кВт
- Система терморегуляції: 170 кВт
- Освітлення та інше обладнання: 40 кВт

Загальна встановлена потужність: 555 кВт

Коефіцієнт одночасності роботи: 0,65 Розрахункова потужність: $555 \text{ кВт} \times 0,65 = 360,75 \text{ кВт}$

Річне споживання електроенергії: $360,75 \text{ кВт} \times 24 \text{ год} \times 365 \text{ днів} \times 0,8$ (коефіцієнт завантаження) = 2 525 656 кВт·год/рік

4.4.2. Потреба у воді

- Первинне заповнення системи: 450 м³
- Щоденна підміна води (3% від загального об'єму): $450 \text{ м}^3 \times 0,03 = 13,5 \text{ м}^3/\text{добу}$
- Річна потреба у воді для підміни: $13,5 \text{ м}^3 \times 365 \text{ днів} = 4 927,5 \text{ м}^3/\text{рік}$
- Технологічні потреби (миття, переробка): 5 м³/добу або 1 825 м³/рік

Загальна річна потреба у воді: $4\,927,5 + 1\,825 = 6\,752,5 \text{ м}^3/\text{рік}$

4.4.3. Потреба в кормах

- Середній кормовий коефіцієнт: 0,9
- Річне виробництво риби: 200 тонн
- Річна потреба в кормах: $200 \text{ т} \times 0,9 = 180 \text{ тонн}$

Розподіл кормів за розмірами гранул:

- Стартовий корм (0,3-0,6 мм): 3 тонни (1,7%)
- Корм для молоді (1-2 мм): 12 тонн (6,7%)
- Корм для підрощування (3-4 мм): 35 тонн (19,4%)
- Корм для товарної риби (6-8 мм): 130 тонн (72,2%)

4.4.4. Потреба в кисні

- Питома потреба кисню: 450 г O_2 на 1 кг корму
- Річна витрата кисню: $180\,000 \text{ кг} \times 0,45 \text{ кг } \text{O}_2/\text{кг} = 81\,000 \text{ кг } \text{O}_2/\text{рік}$
- Добова потреба: $81\,000 \div 365 = 221,9 \text{ кг } \text{O}_2/\text{добу}$

4.4.5. Потреба в персоналі

- Керівник господарства: 1 особа
- Головний рибовод: 1 особа
- Технолог РАС: 1 особа
- Рибоводи: 4 особи
- Оператори РАС: 4 особи (позмінно)
- Електрик-механік: 2 особи
- Допоміжний персонал (обробка, пакування): 3 особи
- Охорона: 3 особи

Загальна кількість персоналу: 19 осіб

4.4.6. Потреба у виробничих приміщеннях

- Основний цех вирощування: 800 м^2
- Інкубаційний цех: 100 м^2
- Приміщення систем водопідготовки: 250 м^2
- Складські приміщення: 150 м^2
- Приміщення переробки і пакування: 120 м^2
- Адміністративно-побутові приміщення: 100 м^2
- Котельня, електрощитова: 80 м^2
- Загальна площа приміщень: $1\,600 \text{ м}^2$

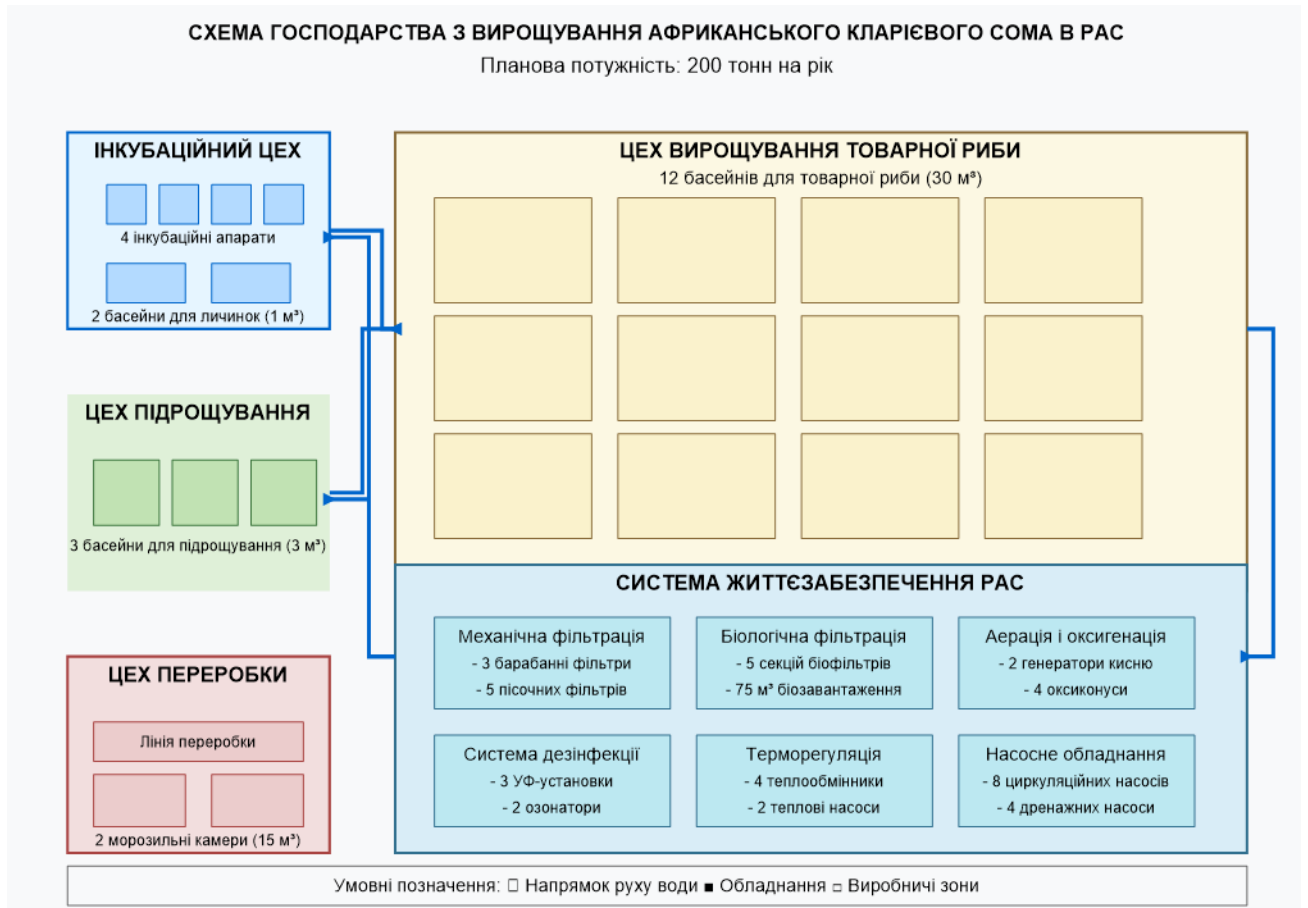


Рис.1

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ КЛАРІЄВОГО СОМА НА ПРОЕКТНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

5.1. Капітальні витрати на будівництво та облаштування господарства

Реалізація проекту з вирощування кларієвого сома потужністю 200 тонн на рік потребує значних капітальних вкладень [20, 28]. Детальний розрахунок капітальних витрат наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Капітальні витрати на будівництво та облаштування господарства

№	Стаття витрат	Кількість	Ціна за од., тис. грн	Сума, тис. грн
1	Будівництво виробничих приміщень, 1600 м ²	1	16 000	16 000
2	Басейни для товарної риби, 30 м ³	12	180	2 160
3	Басейни для підрощування, 3 м ³	3	45	135
4	Інкубаційні апарати, 200 л	4	32	128
5	Басейни для утримання личинок, 1 м ³	2	25	50
6	Басейни для плідників, 5 м ³	2	60	120
7	Барабанні фільтри	3	450	1 350
8	Пісочні фільтри	5	180	900
9	Біофільтри з завантаженням	5	320	1 600
10	Генератори кисню	2	560	1 120
11	Оксиконуси	4	120	480
12	Компресори	4	90	360
13	УФ-установки	3	175	525
14	Озонатори	2	230	460
15	Теплообмінники	4	150	600
16	Теплові насоси	2	480	960
17	Циркуляційні насоси	8	65	520
18	Дренажні насоси	4	42	168
19	Система моніторингу та автоматизації	1	950	950
20	Обладнання для годівлі	1	750	750
21	Сортувальне обладнання	1	320	320

№	Стаття витрат	Кількість	Ціна за од., тис. грн	Сума, тис. грн
22	Обладнання для забою та переробки	1	1 500	1 500
23	Морозильні камери	2	380	760
24	Вантажний автомобіль-рефрижератор	1	1 800	1 800
25	Трубопроводи та арматура	1	850	850
26	Електрообладнання та проводка	1	1 200	1 200
27	Аварійний генератор	1	650	650
28	Офісне обладнання та меблі	1	280	280
29	Проектні роботи та дозвільна документація	1	750	750
30	Інші витрати (10%)	1	3 744,6	3 744,6
Загальна сума капітальних витрат			41 190,6	

5.2. Поточні (експлуатаційні) витрати

Поточні витрати включають всі витрати, пов'язані з виробництвом та реалізацією продукції [16, 20]. Структура річних експлуатаційних витрат наведена в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Річні експлуатаційні витрати господарства

№	Стаття витрат	Кількість	Ціна за од., тис. грн	Сума, тис. грн
1	Корми для риби, т	180	48	8 640
2	Електроенергія, тис. кВт·год	2 525,7	3,5	8 839,9
3	Вода, тис. м ³	6,75	24	162
4	Посадковий матеріал (мальки 1 г)	255 556	0,009	2 300
5	Витратні матеріали для РАС	1	950	950
6	Ветеринарні препарати	1	380	380
7	Заробітна плата	19	240	4 560

№	Стаття витрат	Кількість	Ціна за од., тис. грн	Сума, тис. грн
	персоналу			
8	Нарахування на заробітну плату (22%)	-	-	1 003,2
9	Пакувальні матеріали	1	620	620
10	Транспортні витрати	1	850	850
11	Амортизація (10% від вартості обладнання)	-	-	2 519,1
12	Маркетинг та збут	1	780	780
13	Адміністративні витрати	1	650	650
14	Податки та збори	1	520	520
15	Непередбачені витрати (5%)	-	-	1 638,7
Загальна сума експлуатаційних витрат			34 413,9	

Значну частку в структурі експлуатаційних витрат займають витрати на корми (25,1%) та електроенергію (25,7%), що відповідає світовим тенденціям у вирощуванні риби в системах РАС [6, 8, 33].

5.3. Розрахунок виручки від реалізації продукції

Планується реалізація як свіжої, так і переробленої продукції кларієвого сома [35]. Структура реалізації та цінова політика наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок виручки від реалізації продукції

№	Вид продукції	Обсяг, т	Ціна за кг, грн	Сума, тис. грн
1	Свіжа риба (цілісна)	100	180	18 000
2	Філе охолоджене	40	280	11 200
3	Філе заморожене	30	260	7 800
4	Копчена продукція	15	350	5 250
5	Фарш та інші продукти	15	220	3 300
Загальна виручка		200	45 550	

Ціни на продукцію сформовані з урахуванням поточної ринкової кон'юнктури та аналізу споживчих переваг [29, 35].

5.4. Фінансово-економічні показники проекту

На основі розрахованих капітальних та поточних витрат, а також виручки від реалізації продукції, розраховано основні фінансово-економічні показники проекту (таблиця 5.4) [20].

Таблиця 5.4 - Основні фінансово-економічні показники проекту

№	Показник	Значення
1	Річний обсяг виробництва, т	200
2	Виручка від реалізації, тис. грн	45 550
3	Загальні експлуатаційні витрати, тис. грн	34 413,9
4	Собівартість 1 кг продукції, грн	172,1
5	Середня ціна реалізації 1 кг продукції, грн	227,8
6	Валовий прибуток, тис. грн	11 136,1
7	Податок на прибуток (18%), тис. грн	2 004,5
8	Чистий прибуток, тис. грн	9 131,6
9	Рентабельність продажу, %	20,0
10	Рентабельність виробництва, %	26,5
11	Капітальні витрати, тис. грн	41 190,6
12	Період окупності, років	4,5

5.5. Аналіз ефективності проекту

5.5.1. SWOT-аналіз проекту

Сильні сторони: • Використання сучасних технологій РАС, що забезпечують високу продуктивність [8, 9, 16]; • Незалежність від сезонних факторів і можливість цілорічного виробництва [2, 3]; • Повний цикл виробництва від вирощування до переробки [19]; • Висока рентабельність виробництва [20, 28]; • Різноманітність продукції та можливість адаптації під ринкові потреби [35].

Слабкі сторони: • Значні капітальні вкладення [20]; • Висока енергоємність виробництва [8, 22]; • Залежність від якості та цін на корми [6, 21]; • Необхідність кваліфікованого персоналу для роботи з РАС [9, 16].

Можливості: • Зростання попиту на рибну продукцію [5, 29]; • Можливість розширення асортименту продукції [35]; • Розвиток експортного потенціалу [29]; • Зниження собівартості за рахунок оптимізації виробництва [22, 35].

Загрози: • Коливання цін на енергоносії [8, 22]; • Конкуренція з боку імпоротної продукції [29]; • Ризики захворювань риби [13]; • Зміни в законодавстві щодо аквакультури [1].

5.5.2. Аналіз чутливості проекту

Проведено аналіз чутливості проекту до зміни ключових параметрів (таблиця 5.5) [20].

Таблиця 5.5 - Аналіз чутливості проекту

Параметр	Зміна	Вплив на чистий прибуток	Вплив на період окупності
Ціна реалізації	+10%	+31,4%	-23,1%
Ціна реалізації	-10%	-31,4%	+30,0%
Вартість кормів	+15%	-14,2%	+16,7%
Вартість кормів	-15%	+14,2%	-12,5%
Витрати на електроенергію	+20%	-19,4%	+23,7%
Витрати на електроенергію	-20%	+19,4%	-16,2%
Обсяг виробництва	-15%	-40,2%	+67,8%

5.5.3. Оцінка ризиків проекту

Основні ризики проекту та заходи щодо їх мінімізації [13, 19, 22, 31]:

1. Технологічні ризики: о Вихід з ладу ключового обладнання РАС о Заходи: встановлення дублюючих систем, аварійних генераторів, створення запасу запчастин, навчання персоналу [8, 16]
2. Біологічні ризики: о Захворювання риби, масова загибель о Заходи: суворий біобезпековий контроль, ветеринарний нагляд, карантинування нового посадкового матеріалу [13, 32]
3. Ринкові ризики: о Зниження цін на рибну продукцію, складнощі зі збутом о Заходи: диверсифікація продукції, розширення ринків збуту, створення впізнаваного бренду [29, 35]
4. Фінансові ризики: о Зростання цін на енергоносії, корми, матеріали о Заходи: довгострокові контракти з постачальниками, впровадження енергозберігаючих технологій [22, 35]
5. Регуляторні ризики: о Зміни в законодавстві щодо аквакультури, податкової політики о Заходи: моніторинг змін законодавства, членство в галузевих асоціаціях [1]

5.6. Соціально-економічне значення проекту

Реалізація проекту з вирощування кларієвого сома в РАС має не тільки комерційне, але й соціально-економічне значення [1, 20, 24]:

1. Створення робочих місць: проект передбачає створення 19 постійних робочих місць із гідною оплатою праці.
2. Імпортозаміщення: виробництво вітчизняної рибної продукції знижує залежність від імпорту та сприяє зміцненню продовольчої безпеки країни [1, 29].
3. Податкові надходження: щорічні податкові платежі до бюджетів різних рівнів складатимуть близько 3,5 млн грн [20].
4. Розвиток сільських територій: розміщення господарства в сільській місцевості сприяє її розвитку та зменшує трудову міграцію [1, 28].
5. Інноваційний розвиток галузі: впровадження сучасних технологій РАС сприяє розвитку аквакультури в країні [1, 22, 30].

5.7. Висновки щодо економічної ефективності проекту

Проведений аналіз економічної ефективності проекту з вирощування африканського кларієвого сома в РАС потужністю 200 тонн на рік дозволяє зробити наступні висновки [20, 28]:

1. Проект потребує значних капітальних інвестицій у розмірі 41,19 млн грн, але при цьому забезпечує високу рентабельність виробництва (26,5%) та окупність інвестицій протягом 4,5 років .
2. Річний чистий прибуток від реалізації проекту складає 9,13 млн грн, що свідчить про його високу економічну привабливість [20].
3. Проект найбільш чутливий до зміни ціни реалізації продукції та обсягів виробництва, що вимагає особливої уваги до питань якості продукції та розширення ринків збуту [29, 35].
4. Основними ризиками проекту є технологічні та біологічні, проте їх можна мінімізувати за рахунок впровадження сучасних систем моніторингу та контролю, а також навчання персоналу [13, 16, 19].
5. Проект має значне соціально-економічне значення, сприяючи створенню робочих місць, розвитку сільських територій та зміцненню продовольчої безпеки країни [1, 24, 29].

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Загальні положення та законодавча база

Організація охорони праці на підприємстві з вирощування африканського кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання (РАС) здійснюється відповідно до чинного законодавства України:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»;
- Закон України «Про пожежну безпеку»;
- Норми та правила з охорони праці в рибницьких господарствах;
- Галузеві стандарти з безпеки праці в аквакультури.

На підприємстві розробляється та затверджується «Положення про систему управління охороною праці», в якому регламентуються основні напрямки діяльності з охорони праці, розподіл обов'язків та відповідальності, порядок проведення інструктажів, навчання та перевірки знань з питань охорони праці.

6.2. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих факторів у господарстві з вирощування кларієвого сома

У процесі вирощування африканського кларієвого сома в РАС працівники можуть піддаватися впливу таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

6.2.1. Фізичні фактори

- **Підвищена вологість повітря:** В приміщеннях з басейнами рівень вологості може досягати 90-95%, що може призводити до респіраторних захворювань, розвитку грибкових інфекцій та загострення хронічних захворювань.
- **Підвищена температура повітря:** Для оптимального росту кларієвого сома в РАС підтримується температура води 26-28°C, що призводить до підвищення температури повітря в приміщеннях до 24-26°C.
- **Шум від обладнання:** Насоси, компресори, генератори кисню, барабанні фільтри та інше обладнання РАС створюють постійний шум, що може перевищувати допустимі рівні.
- **Небезпека ураження електричним струмом:** Робота з електрообладнанням у вологих приміщеннях підвищує ризик електротравматизму.

- **Слизькі поверхні підлоги:** Через постійне потрапляння води на підлогу збільшується ризик падінь та травмування.

6.2.2. Хімічні фактори

- **Дезінфікуючі та хімічні речовини:** Для очищення води, обробки басейнів та обладнання використовуються хлорвмісні препарати, формалін, малахітовий зелений, мідний купорос та інші сполуки, що можуть викликати алергічні реакції, подразнення дихальних шляхів та шкіри.
- **Озон:** Використання озонових генераторів для дезінфекції води може призвести до витоку озону, який у високих концентраціях є токсичним.
- **Вуглекислий газ:** Високі концентрації CO₂ як продукту життєдіяльності риб та біофільтрації можуть накопичуватися в приміщеннях з недостатньою вентиляцією.

6.2.3. Біологічні фактори

- **Патогенні мікроорганізми:** Контакт з водою, в якій можуть розмножуватися патогенні бактерії, гриби та паразити.
- **Харчові отруєння:** При недотриманні правил зберігання кормів можливе їх зараження патогенною мікрофлорою.

6.2.4. Психофізіологічні фактори

- **Фізичні навантаження:** Пов'язані з переміщенням риби, кормів, обладнання.
- **Нервово-емоційне напруження:** Необхідність постійного контролю параметрів РАС, особливо в аварійних ситуаціях.
- **Монотонність праці:** Виконання однотипних операцій протягом тривалого часу.

6.3. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

6.3.1. Технічні заходи безпеки

Безпека виробничих приміщень

- Підлоги в приміщеннях басейнового господарства виконуються з нековзких матеріалів з ухилом для стоку води.
- Встановлюються системи примусової вентиляції потужністю, що забезпечує не менше 5-6 кратного обміну повітря за годину.
- Проходи між басейнами мають бути шириною не менше 1,2 м для забезпечення безпечного пересування та обслуговування.

- Передбачається спеціальна система дренажу для швидкого відведення води при аварійних ситуаціях.
- Встановлюється аварійне освітлення на випадок відключення електропостачання.

Електробезпека

- Все електрообладнання підлягає заземленню або зануленню.
- Електричні щити розміщуються в окремих сухих приміщеннях.
- Встановлюються пристрої захисного відключення (ПЗВ) з порогом спрацювання не більше 30 мА.
- Використовується обладнання зі ступенем захисту не нижче IP54.
- Проводиться регулярна перевірка опору ізоляції електрообладнання та контурів заземлення.

Безпека технологічного обладнання

- Насосне обладнання розміщується в спеціальних звукоізованих приміщеннях.
- Рухомі частини обладнання (насоси, вентилятори) забезпечуються захисними кожухами.
- Встановлюються автоматичні системи контролю параметрів води (рН, температура, вміст кисню, рівень води).
- Передбачається система аварійної сигналізації при виході параметрів за критичні межі.
- Монтується аварійна система подачі кисню при відключенні електроенергії.

Хімічна безпека

- Створюється спеціальне приміщення для зберігання та приготування хімічних розчинів з окремою вентиляцією.
- Встановлюються датчики контролю концентрації озону в повітрі приміщень, де використовуються озонатори.
- Забезпечується наявність аварійних душів та станцій для промивання очей.

6.3.2. Організаційні заходи безпеки

Навчання та інструктаж

- Проведення вступного інструктажу для всіх нових працівників.
- Первинний інструктаж на робочому місці.
- Повторні інструктажі не рідше одного разу на 3 місяці.

- Позапланові інструктажі при зміні технологічного процесу або виникненні нештатних ситуацій.
- Цільові інструктажі при виконанні одноразових робіт, не пов'язаних з прямими обов'язками.
- Спеціальне навчання з питань охорони праці для керівників та спеціалістів.

Режим праці та відпочинку

- Встановлення регламентованих перерв для працівників, що постійно працюють у вологих приміщеннях.
- Обмеження часу перебування працівників у приміщеннях з підвищеною температурою та вологістю.
- Ротація персоналу на роботах, пов'язаних з монотонними операціями.

Медичні огляди

- Проведення попереднього медичного огляду при прийнятті на роботу.
- Періодичні медичні огляди працівників не рідше одного разу на рік.
- Щоденний контроль стану здоров'я працівників харчового блоку та кормоцеху.

6.3.3. Засоби індивідуального захисту

Для працівників господарства з вирощування кларієвого сома передбачаються наступні засоби індивідуального захисту:

- **Для роботи з басейнами:**
 - Вологостійкий спецодяг (комбінезони, фартухи)
 - Гумові чоботи з нековзкою підошвою
 - Гумові рукавички
 - Захисні окуляри
- **Для роботи з хімікатами:**
 - Хімічно стійкі рукавички
 - Респіратори з відповідними фільтрами
 - Захисні окуляри або щитки
 - Хімічно стійкий спецодяг
- **Для роботи з електрообладнанням:**
 - Діелектричні рукавички
 - Діелектричні боти
 - Ізолюючі інструменти

6.4. Пожежна безпека

6.4.1. Потенційні джерела пожежної небезпеки

- Електрообладнання (насоси, УФ-лампи, освітлення, нагрівальні елементи)
- Системи опалення та теплопостачання
- Склади кормів та іншої органічної сировини
- Паливно-мастильні матеріали для аварійного генератора

6.4.2. Заходи пожежної безпеки

- Обладнання приміщень системами автоматичної пожежної сигналізації.
- Встановлення системи автоматичного пожежогасіння в приміщеннях з високим ризиком займання.
- Забезпечення господарства первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити).
- Прокладання пожежних гідрантів на території господарства.
- Обладнання шляхів евакуації та виходів аварійним освітленням.
- Регулярне проведення навчань з евакуації персоналу.

6.4.3. Протипожежне обладнання

- Вогнегасники (порошкові, вуглекислотні, пінні) розміщуються з розрахунку 1 вогнегасник на 100 м².
- Пожежні щити комплектуються відповідно до норм.
- Протипожежні плани евакуації розміщуються на видних місцях.

6.5. Промислова санітарія та гігієна праці

6.5.1. Мікроклімат виробничих приміщень

- Температура повітря в приміщеннях з басейнами: 22-24°C.
- Відносна вологість повітря: не більше 75%.
- Швидкість руху повітря: 0,2-0,5 м/с.
- Системи вентиляції забезпечують дотримання цих параметрів.

6.5.2. Освітлення

- Природне освітлення забезпечується через вікна площею не менше 1/8 площі підлоги.
- Штучне освітлення має рівень освітленості:
 - У приміщеннях з басейнами: 200-300 лк.
 - У приміщеннях з пультами керування: 300-500 лк.
 - У лабораторіях: 500 лк.
 - На складах: 100 лк.

6.5.3. Санітарно-побутові приміщення

- Гардеробні з роздільним зберіганням особистого та робочого одягу.
- Душові (з розрахунку 1 душова кабіна на 10 осіб).
- Кімнати для прийому їжі.
- Туалети з умивальниками.
- Кімнати для відпочинку та психологічного розвантаження.

6.5.4. Санітарно-гігієнічні вимоги до персоналу

- Проходження попереднього та періодичного медичного огляду.
- Наявність особистих медичних книжок для персоналу, що працює з харчовою продукцією.
- Дотримання правил особистої гігієни.
- Використання чистого спецодягу.

6.6. Заходи безпеки при аварійних ситуаціях

6.6.1. Типові аварійні ситуації

- Відключення електроенергії.
- Вихід з ладу насосного обладнання та системи аерації.
- Аварійний витік води з басейнів.
- Пожежа.
- Аварійний витік озону або інших хімічних речовин.

6.6.2. План дій при аварійних ситуаціях

- **При відключенні електроенергії:**
 - Автоматичне вмикання аварійного генератора.
 - Включення аварійної системи аерації басейнів.
 - Контроль параметрів води до відновлення нормальної роботи.
- **При виході з ладу насосного обладнання:**
 - Переключення на резервні насоси.
 - Зниження норм годівлі риби.
 - Контроль рівня кисню в басейнах.
- **При аварійному витокі води:**
 - Перекриття подачі води.
 - Включення аварійної системи водовідведення.
 - Переміщення риби в запасні басейни.
- **При пожежі:**
 - Евакуація персоналу.
 - Виклик пожежної служби.
 - Використання первинних засобів пожежогасіння.

- **При витоку озону або хімічних речовин:**
 - Евакуація персоналу з небезпечної зони.
 - Включення аварійної вентиляції.
 - Використання засобів індивідуального захисту при ліквідації аварії.

6.7. Висновки та рекомендації з охорони праці

Для забезпечення безпечних умов праці на господарстві з вирощування африканського кларієвого сома в РАС рекомендується:

1. Призначити відповідальну особу за охорону праці та пожежну безпеку.
2. Розробити детальні інструкції з охорони праці для кожного робочого місця.
3. Проводити регулярні навчання персоналу з питань охорони праці та дій при аварійних ситуаціях.
4. Забезпечити систематичний контроль за станом виробничого середовища (температура, вологість, шум, хімічні речовини).
5. Встановити автоматизовану систему контролю параметрів РАС з можливістю дистанційного моніторингу.
6. Організувати медичні огляди персоналу згідно з чинним законодавством.
7. Забезпечити персонал якісними засобами індивідуального захисту.
8. Проводити регулярний аудит системи охорони праці та усунення виявлених недоліків.

Реалізація запропонованих заходів з охорони праці дозволить мінімізувати ризики виробничого травматизму та професійних захворювань, забезпечити безпечні умови праці на господарстві з вирощування африканського кларієвого сома та відповідність підприємства вимогам чинного законодавства України з охорони праці.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу літературних джерел та власних досліджень встановлено, що африканський кларієвий сом (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) є перспективним об'єктом аквакультури для вирощування в умовах рециркуляційних систем завдяки високій швидкості росту, стійкості до захворювань, толерантності до коливань гідрохімічних показників та здатності ефективно засвоювати штучні корми.
2. Світовий досвід вирощування кларієвого сома демонструє стабільне зростання обсягів його виробництва, що свідчить про економічну доцільність впровадження технологій індустріального рибництва з використанням РАС для цього виду.
3. Запроектована рециркуляційна система аквакультури для вирощування 200 тонн кларієвого сома забезпечує оптимальні умови для утримання риби на всіх етапах технологічного циклу виробництва та дозволяє досягти планової потужності виробництва з різними видами кінцевої продукції (свіжа риба, охолоджене та заморожене філе, копчена продукція) при мінімізації впливу на навколишнє середовище.
4. Розрахунки басейнового фонду показали необхідність використання 45 басейнів різного призначення та об'єму, що дозволяє організувати поточне виробництво з щомісячним виходом товарної продукції відповідно до запланованих показників.
5. Система водопідготовки та очищення води в РАС включає механічні фільтри барабанного типу, біофільтри з пластиком, завантаженим, дегазатори, оксигенатори та УФ-стерилізатори, що забезпечує підтримання оптимальних гідрохімічних параметрів водного середовища при рівні водообміну 85% за добу.
6. Розроблена технологія дозволяє досягти високих рибоводно-біологічних показників: виживаність молоді від личинки до стадії мальків становить 70%, від мальків до товарної риби - 95%, середньодобовий приріст на етапі товарного вирощування - 3,0-3,5 г, коефіцієнт конверсії корму - 0,9, що забезпечує загальну витрату кормів близько 180 тонн на рік.
7. Економічні розрахунки свідчать про інвестиційну привабливість проекту: загальні капітальні витрати складають 41,19 млн грн, термін окупності капіталовкладень становить 4,5 роки, рентабельність виробництва - 26,5%, річний чистий прибуток - 9,13 млн грн, що підтверджує економічну доцільність впровадження запропонованої технології.
8. Розрахована собівартість 1 кг товарної продукції кларієвого сома становить 172,1 грн., що при середній ціні реалізації 227,8 грн/кг забезпечує конкурентоспроможність продукції на внутрішньому ринку та рентабельність продажу на рівні 20%.

9. Розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки відповідають чинним нормативним вимогам та забезпечують безпечні умови праці для персоналу господарства.
10. Проект має значне соціально-економічне значення, сприяючи створенню 19 постійних робочих місць, імпортозаміщенню рибної продукції, щорічним податковим надходженням у розмірі близько 3,5 млн грн, а також розвитку сільських територій та інноваційному розвитку галузі аквакультури в Україні.
11. Проект передбачає мінімізацію впливу на довкілля шляхом впровадження сучасних технологій очищення стічних вод та використання відходів виробництва для виробництва органічних добрив, що відповідає принципам сталого розвитку та екологічної безпеки.

Таким чином, запропонований проект рециркуляційної системи аквакультури з вирощування 200 тонн кларієвого сома є технологічно обґрунтованим, економічно доцільним та екологічно безпечним рішенням, що має перспективи успішної реалізації в умовах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грициняк І.І., Третяк О.М., Колос О.М. Історичні аспекти, стан та перспективи розвитку рибогосподарської діяльності на внутрішніх водоймах України. Київ: Аграрна наука, 2020. 296 с.
2. Алхімов Є.М., Шевченко В.Ю., Кутіщев П.С. Технології вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в установках замкнутого водопостачання. Херсон: ХДАЕУ, 2021. 124 с.
3. Пługатарьов В.А. Кларієвий сом як перспективний об'єкт аквакультури в УЗВ. Рибогосподарська наука України. 2021. № 1(55). С. 59-72.
4. Гриневич Н.Є., Хом'як О.А., Присяжнюк Н.М. Особливості технології вирощування кларієвого сома за інтенсивної аквакультури. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2020. № 1. С. 16-22.
5. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation. Rome: FAO, 2022. 236 p.
6. Hasan M.R., New M.B. On-farm feeding and feed management in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome: FAO, 2019. 67 p.
7. El-Sayed A.F.M. Tilapia Culture (Second Edition). London: Academic Press, 2019. 358 p.
8. Timmons M.B., Ebeling J.M. Recirculating Aquaculture. 4th Edition. New York: Ithaca Publishing, 2019. 722 p.
9. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems. FAO and EUROFISH, 2018. 97 p.
10. Goddek S., Joyce A., Kotzen B., Burnell G.M. Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future. Springer, 2019. 619 p.
11. Huisman E.A., Esenbrink C. Intensive Culture of the African Catfish (*Clarias gariepinus*) in Recirculation Systems. Journal of Applied Aquaculture. 2021. Vol. 32(1). P. 32-51.

12. Opiyo M.A., Githukia C.M., Munguti J.M. Growth performance, feed utilization and survival of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae fed decapsulated *Artemia*, *moina* and frozen mosquito larvae. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2017. Vol. 5(4). P. 98-103.
13. Барило Є.О., Вовк Н.І. Хвороби кларієвого сома та методи їх профілактики при вирощуванні в УЗВ. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 3(73). С. 1-9.
14. Ковальов К.В., Кондратюк В.М. Основи технології годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) в умовах рециркуляційних систем. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2020. Т. 11, №2. С. 71-83.
15. Чернік Т.С., Красюк Ю.М. Методи очищення та підготовки води у рециркуляційних системах при вирощуванні кларієвого сома. *Водні ресурси та аквакультура*. 2019. Вип. 4. С. 124-138.
16. Lekang O.I. *Aquaculture Engineering*. 3rd Edition. Wiley-Blackwell, 2020. 432 p.
17. Teo L.H., Chen T.W. A comparative study of the growth, feed efficiency and metabolic responses of *Clarias gariepinus* under different stocking densities. *Aquaculture*. 2022. Vol. 546. P. 737-745.
18. Okoye F.C., Eyo A.A., Aminu N.G. Growth Performance of Hybrid Catfish (*Heterobranchus bidorsalis* x *Clarias gariepinus*) Fed Different Dietary Protein Levels. *African Journal of Aquatic Science*. 2016. Vol. 41(1). P. 91-96.
19. Степанов О.М., Шевченко П.Г. Вирощування кларієвого сома в УЗВ: рибоводно-біологічні та технологічні аспекти. Київ: Фітосоціоцентр, 2019. 176 с.
20. Адаменко Л.В., Грициняк І.І., Добрянська О.П. Комплексна оцінка економічної ефективності вирощування кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання. *Економіка АПК*. 2022. № 3. С. 92-101.

21. Ng W.K., Romano N. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. *Reviews in Aquaculture*. 2017. Vol. 9(4). P. 1-35.
22. Martins C.I.M., Eding E.H., Verdegem M.C.J., Heinsbroek L.T.N., Schneider O., Blancheton J.P., Roque d'Orbcastel E., Verreth J.A.J. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*. 2017. Vol. 43(3). P. 83-93.
23. Радченко М.Ю., Остроушко А.В. Сучасні тенденції вирощування африканського кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. Вип. 72(2). С. 48-57.
24. Андрющенко А.І., Алимов С.І. Індустріальні методи аквакультури та їх вплив на навколишнє середовище. Київ: Аграрна наука, 2018. 223 с.
25. Nwosu F.M., Holzlöhner S. Water quality management in Recirculating Aquaculture Systems (RAS): toxicity control strategies. *Aquacultural Engineering*. 2018. Vol. 37(2). P. 118-129.
26. Черник Т.С., Савенков О.В. Порівняльний аналіз систем біологічної фільтрації в установках замкнутого водопостачання для вирощування кларієвого сома. *Рибогосподарська наука України*. 2020. № 3(53). С. 89-102.
27. Олійник Г.М., Цуркан Л.В. Методи визначення амонійного азоту та шляхи детоксикації в системах інтенсивної аквакультури. *Наукові праці Південного філіалу НУБіП України*. 2021. Вип. 16. С. 154-161.
28. Хом'якова О.В., Полковников В.С. Економічна доцільність вирощування кларієвого сома в установках замкнутого водопостачання. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. С. 85-92.
29. Волкова А.С. Характеристика світового ринку продукції аквакультури та місце України на ньому. *Інфраструктура ринку*. 2021. Вип. 51. С. 26-31.

30. Zhirong S., Wenyan C. Development Status and Trends in Global Recirculating Aquaculture Systems. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2020. Vol. 28(2). P. 232-241.
31. Steinfeldt S.J., Vestergaard M., Overton J.L., Lund I., Paulsen H., Larsen V.J., Henriksen N.H. Development in intensive aquaculture production of *Clarias catfish* in Denmark: assessing rearing practices, water quality and fish welfare. *Aquaculture*. 2019. Vol. 518. P. 734-739.
32. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Екологічна фізіологія риб: Практикум. Київ: НУБіП України, 2019. 149 с.
33. Robinson T., Janssen J., Golz F., Tyre-Bietz A., Krome C., Ziebell A. Recirculating aquaculture systems (RAS)–development and solutions to improve sustainability. *Journal of Sustainability Science and Management*. 2018. Vol. 13(1). P. 14-35.
34. Yigit M., Ergün S., Türker A., Harmantepe B., Erteken A. Utilizing dietary poultry by-product meal as replacement for fish meal in the practical diet for African catfish *Clarias gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture*. 2016. Vol. 18(1). P. 76-85.
35. Кароєва Т.Р., Шульц О.С. Маркетингові дослідження ринку продукції з кларієвого сома в Україні. *Економіка та суспільство*. 2021. № 28. С. 142-151.