

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет тваринництва та водних біоресурсів**

**ПОГОДЖЕНО**

Декан факультету тваринництва  
та водних біоресурсів

\_\_\_\_\_ Руслан КОНОНЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
аквакультури

\_\_\_\_\_ Віталій БЕХ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту  
рециркуляційної системи аквакультури потужністю 40 тонн  
кларієвого сома»**

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

**Гарант освітньої програми**

к.с.-г.н., доцент

\_\_\_\_\_ Меланія ХИЖНЯК

**Керівники бакалаврської**

**кваліфікаційної роботи**

к.с.-г.н., доцент

\_\_\_\_\_ Вадим МАРЦЕНЮК

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Павло ШКУРОПАТСЬКИЙ

**КИЇВ – 2026**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
кафедра аквакультури  
д.с.-г.н., професор  
\_\_\_\_\_ Віталій Бех

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

**З А В Д А Н Н Я  
на виконання випускної бакалаврської роботи студенту**

**ШКУРОПАТСЬКИЙ ПАВЛО ІВАНОВИЧ**

Спеціальність: 207 – Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма: Водні біоресурси та аквакультура

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної системи аквакультури потужністю 40 тонн кларієвого сома» затверджена наказом ректора НУБіП України від “30” жовтня 2025 р № 2603 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру «15 » травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: Об’єкт культивування – африканський кларієвий сом, тип господарства – рециркуляційна аквакультурна система (РАС). Ключові аспекти розробки: виробничий цикл від молоді до товарної риби. годівля повноцінними гранульованими комбікормами, басейнова РАС, обсяг виробництва товарної риби за цикл 40 тонн, нормативні показники щодо вирощування кларієвого сома, літературні джерела.

Перелік питань, що підлягають дослідженню в умовах дослідного господарства:

1. Обґрунтування вибору місця будівництва господарства;

2. Схема і детальне описання технології товарного басейнового вирощування кларієвого сома в РАС;

3. Розрахунки потреби у виробничій площі, технологічному обладнанні, басейнах та їх характеристики, біологічному матеріалі, рибних кормах під задану потужність.

Перелік графічних документів (за потреби) таблиці, рисунки

**Дата видачі завдання «15» листопада 2025 р.**

**Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ **Вадим МАРЦЕНЮК**

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ **Павло ШКУРОПАТСЬКИЙ**

## РЕФЕРАТ

Випускна робота на тему «Рибоводно-біологічне обґрунтування до проекту рециркуляційної системи аквакультури потужністю 40 тонн кларієвого сома» викладена на 60 сторінках комп'ютерного тексту, містить 2 таблиці та 4 рисунки. Список літератури включає 30 джерел.

Актуальність теми. За даними ФАО з 2010 до 2018 року зросло виробництво кларієвих сомів. Кларієві соми можуть жити при високих концентраціях метаболітів і мають терпимість до низького вмісту кисню у воді. Ці якості роблять їх перспективними об'єктами аквакультури для вирощування в установках із замкнутим циклом водозабезпечення чи індустріальних господарствах на теплих водах [2-6].

Мета дослідження — на основі науково-біологічних норм та визначених оптимальних параметрів середовища розробити рибоводно-біологічне обґрунтування вирощування кларієвого сома в замкнутого водопостачання потужністю 40 т.

Завдання дослідження:

- провести аналіз літературних відповідно до теми дипломної роботи та обґрунтувати вибір технології вирощування африканського кларієвого сома;
- на основі технологічних параметрів визначити вибір місця будівництва для проєктованого підприємства;
- розрахувати потреби проєктного підприємства в сировині та матеріалах;
- систематизувати зібраний матеріал та провести аналіз отриманих результатів;
- розрахувати економічний аналіз вирощування товарної продукції кларієвого сома в сучасних умовах господарювання;
- досягнуті результати систематизувати та представити у висновках.

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

Предмет дослідження: технологічні параметри культивування африканського кларієвого сома в басейнах в РАС.

Методи дослідження — аналітичний, порівняльний, описовий та узагальнюючий; використано загальнонаукові та спеціалізовані методи, зокрема аналіз нормативної документації, технологічних регламентів, біометричних показників та економічних результатів виробництва.

Практичне значення роботи. У результаті проектування відмічено, що в розробці технологічного обґрунтування створення рентабельного підприємства з вирощування африканського кларієвого сома в РАС, що може бути використано при проектуванні нових та модернізації існуючих індустріальних рибницьких господарств.

КЛАРІЄВИЙ СОМ, ПЛІДНИКИ, ЛИЧИНКИ, ІНКУБАЦІЯ, ЗАВОДСЬКИЙ МЕТОД, ПРИРОДНИЙ НЕРЕСТ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Біолого-господарська характеристика кларієвого сома <i>Clarias gariepinus</i>	6
1.2. Штучний нерест кларієвого сома	13
1.3. Основні аспекти проектування господарств з індустріального вирощування кларієвого сома	19
1.4. Висновки з огляду літератури	29
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
2.1 Місце та об'єкт досліджень	31
2.2 Методика виконання роботи	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1. Гідрохімічні показники джерела водопостачання	38
3.2. Розрахунки різновікових груп біологічного матеріалу кларієвого сома	40
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	53
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

## ВСТУП

Завдяки впровадженню у аквакультуру України нових об'єктів, одним із яких може бути кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) став відомою споживчою рибою за останні п'ять-десять років завдяки зростанню біогазових електростанцій у Чеській Республіці [15].

Електростанції виробляють велику кількість «відхідного тепла», яке використовується для нагрівання води. Також завдяки цьому в Чеській Республіці створюються рециркуляційні системи аквакультури (RAS), які використовують відхідне тепло переважно в зимові місяці та є джерелом електроенергії з біогазових електростанцій, завдяки дуже низькій вартості цих джерел енергії. Важливо використовувати оптимальні види риб для рециркуляційних систем. Африканський або кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) є однією з найефективніших та найвитриваліших риб для розведення в RAS.

Цей об'єкт аквакультури можна вирощувати за умов високої густоти посадки з не дуже високою якістю води. Перевагою африканського сома є його допоміжна дихальна система, яка дозволяє йому виживати у водах з низьким вмістом розчиненого кисню. Тому в RAS можемо виробляти велику кількість товарної риби з якісним джерелом м'яса, яке дуже смачне та високої якості.

Ще однією перевагою для розведення африканського сома є його рання статева зрілість (самка може нереститися кілька разів за сезон), а також швидкий ріст, стійкість до паразитів та хвороб [15].

Одним з недоліків вирощування африканського сома є температура води (25-30°C), яка йому потрібна для максимальної реалізації своєї продуктивності.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Біолого-господарська характеристика кларієвого сома *Clarias gariepinus*

Кларієвий або африканський сомик, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), , був завезений до Чеської Республіки у 1989 році [28]. Належить до групи тропічних риб.

Систематична класифікація за Ханелом і Новаком [11]:

Клас: Actinopterygii (променепері)

Ряд: Siluriformes (соми)

Родина: Clariidae – 13 родів, близько 120 видів

Вид: Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*)

Тіло без луски, торпедоподібно видовжене, колір спини та боків темно-сірий до оливкового, черевна частина біла. Голова зверху сплюснена, вкрита міцною кістковою структурою черепа, навколо рота розташовані 4 пари довгих вусів. Спинний плавець досягає до основи хвоста і містить 68–79 м'яких променів. Перші промені грудних плавців тверді, а з внутрішнього боку мають зубці [10].

Статевий диморфізм є виразним. Самці відрізняються довшою статевою папілою конічної форми, самки мають папілу у формі зірки та у період перед нерестом мають помітно збільшену черевну частину [10].

Окрім зябрового апарату, за допомогою якого сомик дихає киснем, розчиненим у воді, він має також дуже добре розвинений лабіринтовий орган для споживання атмосферного кисню. Берка (1988) зазначає, що при зменшенні вмісту розчиненого кисню риби підпливають до поверхні води і поповнюють свою потребу в кисні з повітря. Лабіринт знаходиться у верхній частині зябрової порожнини за виступи кісток черепа, що відходять назад. Лабіринтовий орган дозволяє сому виживати навіть у водах з нульовим вмістом

кисню, тобто переважно в посушливі періоди, коли вода в періодично затоплюваних районах у його первісному середовищі існування часто затримується лише в невеликих ставках або водопоях. Здатність дихати атмосферним киснем є однією з головних причин успішного налагодження розмноження цього виду. Інші види не переносять такого низького рівня кисню у воді та надзвичайно високої густоти популяції, за якої зазвичай розмножуються сом (Namáčková et al. 2007).

Сом характеризується переважно вечірньою та нічною активністю. У своєму природному середовищі він харчується хижацьки. Його основною їжею є різні безхребетні, їх стадії розвитку, земноводні та, в дорослому віці, переважно дрібна риба. У своєму первісному середовищі існування він виростає максимум до 140 см і, у виняткових випадках, до маси понад 60 кг. Однак у середньому він не перевищує довжини 70 см (Namáčková et al. 2007).

За даними Namáčková et al. (2007), південноафриканський сом (*Clarias gariepinus*) зустрічається по всій Африці та на Близькому Сході. Як вид, він складається з різних популяцій, які спочатку називалися окремими видами в окремих частинах Африки: наприклад, *Clarias mossambicus* (Східна Африка), *Clarias lazera* (Північна та Південна Африка), *Clarias senegalensis* (Західна Африка) та *Clarias gariepinus* (Південна Африка). Однак це завжди один і той самий вид. За межами Африки цей вид зустрічається в азійських країнах та вздовж узбережжя Середземного моря. Північна межа його поширення - південна Туреччина (Viveen et al. 1986).

Африканський сом вийшов на передній план аквакультури близько 40 років тому, коли просування розведення нільської тілапії (*Oreochromis niloticus*) як перспективної африканської племінної риби зазнало значної невдачі в Африці [22].

Експерти ФАО під керівництвом доктора Хогендорна з Нідерландів виявили, що африканський сом пропонує чудові можливості для розмноження. Він відносно рано та добре дозріває статевим шляхом, легко нереститься навіть у штучних умовах розведення, швидко росте, ефективно використовує корм

відносно нижчої якості, добре переносить вирощування в щільних популяціях та переносить гірші умови якості води (Berka 1988).

Мальки африканського сома до початку зовнішнього живлення досягають довжини 5-7 мм та маси 1,2-3 мг. Після перетравлення жовткового мішка мальки стають темнішими, жвавішими та починають скупчуватися переважно в кутках басейну. Розсмоктування жовткового мішка має відбуватися в темряві. Через 3-4 дні після вилуплення частина мальків почне активно плавати та шукати їжу, яку необхідно пропонувати в невеликих кількостях. На четвертий день здоровий мальок повинен плавати та починає інтенсивно харчуватися. При температурі 25 - 26°C мальки плаватимуть через 2,5 - 3 дні після вилуплення. Протягом першого тижня вирощування необхідно годувати мальків щонайменше 5 разів на день (Namácková et al. 2007).

За даними Берки (1988), ранні мальки африканського сома на початковій фазі екзогенного живлення віддають перевагу живому корму. Ідеальні результати отримують, наприклад, при початковому внесенні науплій артемії з подальшим введенням високоякісних гранульованих стартових сумішей для форелі. Через 7-8 тижнів при температурі води 28-30°C мальки в коритцях, після поглинання жовткового мішка, досягають середньої індивідуальної маси 10 г (Берка, 1988).

Корм для мальків африканського сома повинен містити понад 50% протеїну та не менше 14% жиру. При відгодівлі стартером спочатку потрібно додати невелику кількість більшої фракції при переході на більший розмір гранул та поступово збільшувати пропорцію. Після перших 2-3 днів вирощування ефективніше використовувати метод «спільного годування», тобто поєднання живого корму та стартового корму. Ранніх мальків африканського сома годують досхочу (Namácková et al. 2007).

Берка (1988) стверджує, що мальки африканського сома дуже ефективно використовують їжу, яку вони споживають. Близько 70% корму, який вони споживають, метаболізується, і 80% з нього потім використовується для росту. Окрім годування, густина посадки також має великий вплив на швидкість росту

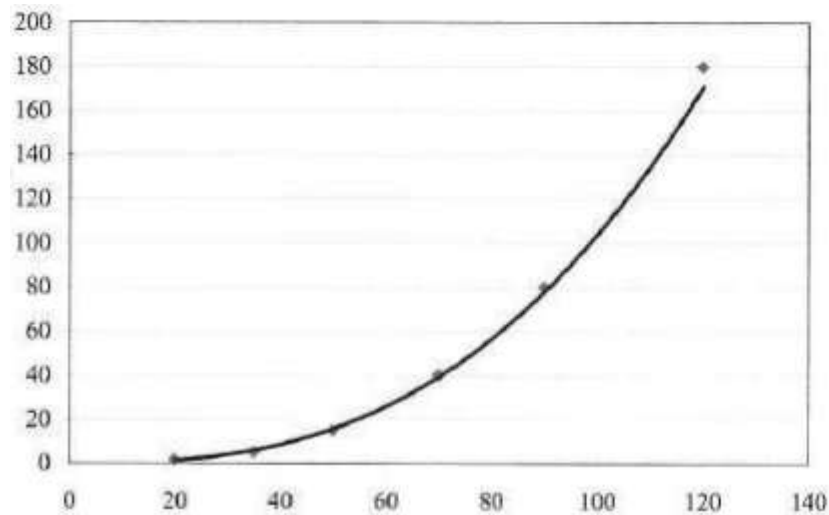
мальків. Якщо метою є отримання більш важких мальків за коротший проміжок часу, необхідно вирощувати рибу в меншій посадці. У таблиці 1.1 наведено, на основі досвіду польських вчених, рекомендовану густоту посадки та очікувану довжину вирощування для різної початкової маси мальків (Adamek 2001).

Таблиця 1.1

**Рекомендована густота посадки риб різної маси (Adamek 2001)**

Початкова маса г	Густота посадки екз./л	Кінцева маса г	Тривалість вирощування (дні)
0,3-0,5	20	4,0-4,5	14
0,3-0,5	40	1,0-1,5	14
1-2	10-15	5-8	21
5-10	5-8	14-16	15-17
15-16	4-5	37-39	15-18

Сортування за розміром під час вирощування дуже важливе. Якщо ми хочемо досягти найменших можливих втрат, спричинених внутрішньовидовим канібалізмом, важливо проводити послідовне сортування, доки не буде досягнуто маси 20-30 г. Сортування зазвичай проводиться кожні два-три тижні. Якщо велика кількість вирощувальних приміщень недоступна, вирощування можна проводити без сортування. З мальків із середньою масою одиниці 10-15 г (при густоті посадки 2-2,5 екз./л) після 65 днів вирощування ми можемо отримати рибу із середньою масою 120-150 г. З басейну об'ємом 2,5 м<sup>3</sup> можна виростити 520-700 кг риби, тобто біомасу 200-280 кг, перераховану на 1 м<sup>3</sup>. Втрати риби протягом цього періоду коливаються від 2 до 10%. Кращих результатів можна досягти, вирощуючи рибу з більшою питомою вагою (20-30 г) та щільністю посадки 1,5 - 3 екз./л. Приблизний темп росту показано на рис.1.1 (Namácková et al. 2007).



**Рис.1.1: Приблизний темп росту африканського сома (за Адамеком 2001).**

У своєму природному середовищі африканський сом переважно мешкає у стоячих та повільно текучих водах із середньою температурою 25°C. Африканський сом нереститься на початку сезону дощів, у мілководних притоках, де нереститься на рослинному субстраті.

Після нересту риби покоління повертаються до своїх початкових природних середовищ існування. Потомство залишається на мілководних та зарослих водах протягом кількох місяців після вилуплення та мігрує вниз за течією до більших струмків та озер на початку сухого сезону (Намáčková et al. 2007).

Ікра африканського сома має жовто-зелений, зелений до коричнево-зеленого кольору. Розмір ікринок коливається від 1,0 до 1,6 мм, а їхня вага становить 1,2 - 1,8 мг. Розмір личинки, що вилупилася, становить 5 - 7 мм, а її вага - 1,2-3 мг (Намáčková et al., 2007).

Статева зрілість ікринок африканського сома досягається протягом 6 - 7 місяців (Намáčková et al., 2007). Найкращі результати розмноження отримують самки у віці 2 - 3 років. Молоді риби досягають зрілості та мають зрілі гонади лише у віці 1,5 - 2 років. У системах рециркуляції плідників обох статей розводять разом при температурі води 23-25°C. Для досягнення річного виробництва кількох десятків тонн товарної риби достатньо виростити стадо плідників з 20 до 40 риб. Враховуючи необхідність умирати самців для

отримання сперми шляхом видалення гонад, покоління пташенят необхідно регулярно поповнювати щороку (Namáčková et al. 2007).

## 1.2. Штучний нерест кларієвого сома

### Гормональний контроль розмноження риб

Напівштучний та штучний нерест з використанням гормональної індукції овуляції та сперматогенезу у риб наразі є одними з поширених методів контрольованого розмноження економічно важливих ринкових, спортивних, декоративних та навіть низки видів риб, що знаходяться під загрозою зникнення (Kouřil et al. 1999).

Гормонально індукована овуляція та сперматогенез у риб базується на хорошому знанні нейрогормонального контролю процесу розмноження. Його спрощена схема показана на рис. 1.2.



Рис. 1.1. Спрощена схема гормонального впливу на овуляцію у риб (Kouřil et al. 1999).

До зовнішніх факторів (впливів навколишнього середовища) належать, наприклад, температура (не лише поточний стан, але й тенденція її зміни), світловий режим (перш за все, зміни тривалості дня та ночі), гідрохімічні властивості водного середовища (потік води, висота водяного стовпа, вміст розчинених газів, особливо кисню, солей та інших специфічно активних речовин, рН тощо), наявність риб іншої статі або нерестової зграї, наявність нерестового субстрату тощо. Внутрішні фактори переважно відображають стан репродуктивних органів, а також стан харчування та здоров'я риби. Зовнішні та внутрішні фактори аналізуються центральною нервовою системою (ЦНС) та за допомогою гіпоталамуса – ендокринної залози (Kouřil et al. 1999).

Гіпоталамус є частиною мозку та виробляє гонадотропін-рилізінг-гормон (ГнРГ), який впливає на гіпофіз. Гіпофіз підсилює сигнал, виділяючи гонадотропін (ГтГ) у кров. Гонадотропін використовується в гонадах як у яєчниках, так і в сім'яниках. Ці залози виділяють стероїдні статеві гормони, які впливають на остаточне дозрівання яйцеклітин та їх овуляцію, а також на аналогічні процеси у сперматозоїдах. На сьогоднішній день найпоширенішим методом гормонально індукованого штучного нересту у риб є використання гіпофізарних ін'єкцій. Перевагою є те, що наша найпоширеніша у вирощуванні риба, короп звичайний, є відносно універсальним донором гонадотропіну (ГтГ), тобто гіпофіз коропа може бути використаний для індукції овуляції та сперматогенезу у ряду видів риб (Kouřil et al. 1999).

Секреція гонадотропінів (ГтГ) як основних ініціаторів овуляції позитивно та негативно контролюється низкою внутрішніх та зовнішніх факторів. Збільшення концентрації ФСГ (фолікулостимулюючого гормону) та ЛГ (лютеїнізуючого гормону) в організмі риб контролюється переважно гонадотропін-рилізінг-гормоном (ГнРГ). Дофамін переважно діє як інгібітор по відношенню до ГтГ. Окрім інших факторів, у регуляції ГтГ також беруть участь фактори, пов'язані з харчовим статусом організму, стресом та зовнішніми умовами навколишнього середовища. Після преовуляторного імпульсу ГнРГ

рівень ЛГ збільшується, що призводить до подальшого запуску гормонального каскаду, який завершується овуляцією заплідненої яйцеклітини.

Гонадотропін-рилізинг-гормон (ГнРГ) вважається центральним регулятором репродуктивного гормонального каскаду, який займає привілейоване місце у стимуляції секреції гонадотропінів: фолікулостимулюючого гормону (ФСГ) та лютеїнізуючого гормону (ЛГ) (Kouřil et al. 2009) [45].

У наших умовах розмноження африканського сома здійснюється виключно шляхом індукованого штучного нересту в прогрітих водах з використанням штучних або відпрацьованих джерел тепла. Його природний нерест в умовах наших ставків неможливий (Адамек, 1994).

Після ін'єкцій гормональних препаратів необхідно тримати плідників індивідуально в ідеально закритих басейнах або резервуарах через її підвищену агресивність та спроби втекти. Самців можна тримати в загальних емкостях до нересту. Риб не годують протягом 1-2 днів до запланованої ін'єкції. Оптимальна температура води для розмноження становить 25-27°C. Перед штучним нерестом обов'язково необхідно здійснити анестезію або гвоздичною олією (у дозі 0,04 - 0,05 мл/л води), або 2-феноксіетанолом (у дозі 0,2 - 0,5 мл/л води).

Перед початком нересту необхідно висушити черевну частину та плавники ікри (Namáčková et al. 2007). Самки мають високу плодючість (100-150 тисяч ікринок на кг маси самки), а індивідуальний нерест проходить без проблем (Adámek 1994). Ікру окремих самок нерестять окремо в індивідуальні миски. За даними Namáčková et al. (2007), вага ікринок, що винерестилися, сягає 10-20% від маси ікринок до нересту. Ікринки, що винерестилися, мають жовто-зелений, зелений або коричнево-зелений колір. Вага однієї ікринки сягає в середньому 1,4 мг, тобто 1 кг відціджених незапліднених ікринок містить 700 тисяч штук (Namáčková et al. 2007).

Сперма отримується з убитих самців шляхом підготовки гонад. Гонади зрілої якості мають білий або кремовий колір. Після сушіння підготовлені гонади розрізають ножицями, а шматочки гонад видавлюють через сітку або

безпосередньо на ікру, або у скляний контейнер. Сперму можна зберігати при температурі 4°C до запліднення максимум 24 години. Доцільно розділити вилуплені яйця на порції по 200-300 г в окремі чашки. Фактичне запліднення ікринок в окремих чашках виконується шляхом додавання 2-5 мл сперми. Після змішування ікринок та молока додають воду та знову перемішують суміш статевих продуктів. Через ще 2-5 хвилин запліднені ікринки промивають водою, воду з рештою сперми зливають, а ікринки виливають у резервуар, щоб вони якомога краще розподілилися та прилипли до зануреної сітки, на якій вони будуть інкубуватися. Розмір сіток сит повинен відповідати розміру ікринок. Якщо ікринки інкубуватимуться в апаратах Вейса, їх зазвичай потрібно знеклеїти.

Для знеклеювання ікринок можна використовувати суспензію глини, або ще краще, танін (у концентрації 7-10 г на 10 л води). Перед приготуванням розчину танін спочатку розчиняють у невеликій кількості теплої води. Знеклеювання проводять у цьому розчині за допомогою двох короткочасних ванн по 20 секунд. Між цими ваннами ікру промивають водою, як і після знеклеювання. Потім ікру розливають в інкубаційні пляшки, де регулюють потік води. Після штучного нересту доцільно провести протигрибкову ванну з розчином перманганату калію (5 г  $\text{KMnO}_4/\text{м}^3$ ) протягом 1 години. Після ванни необхідно тримати окремі ікринки окремо протягом деякого часу, зазвичай 1 тижня, оскільки в них зберігається гормонально індукована агресивність (Намáčková et al. 2007).

Анестетики, що використовуються для риб. У сучасній медицині термін «анестезія» використовується для позначення втрати чутливості, відчуття – місцевого оніміння; неправильно «заціпеніння». Термін «наркоз» використовується для позначення непритомності, при якій пацієнт (риба) не відчуває болю через пригнічення вищих нервових функцій мозку внаслідок дії наркотиків (речовин, що викликають сон, знеболення та анестезію). За Капланом (1969), під час хірургічних процедур анестезія також зменшує частоту кровотеч та шоку. У ветеринарній медицині термін «анестезія риб»

розуміється як повне знеболення риб з метою маніпулювання рибами або виконання різних ветеринарних чи племінних процедур. Анестезія риб використовується для запобігання стресу від поводження та механічних пошкоджень. Закон про захист тварин від жорстокого поводження (№ 246/1992 Збірника законів) вимагає запобігання необережному поводженню з рибами та подальшому пошкодженню. Тому необхідно використовувати анестезію під час штучного нересту риб, під час ін'єкцій ліків та гормональних препаратів, під час забору крові, механічного видалення паразитів, вимірювання та зважування риби, фотографування риби тощо.

Використання анестетиків у дозах для заспокоєння та іммобілізації також застосовується під час тривалого транспортування, особливо акваріумних риб. Анестетик також знижує реакцію риби на зовнішні подразники та додатково зменшує метаболічні процеси, що призводить до зменшення споживання кисню та меншого накопичення кінцевих продуктів метаболізму. У Чеській Республіці анестезія риб зазвичай проводиться у вигляді анестезуючої ванни. Анестезію риб також можна проводити шляхом обприскування зябер розведеним розчином анестетика, який використовується за кордоном для більших риб (Коларжова та кол. 2007).

За даними Хамачкової та ін. (2007), до найчастіше використовуваних анестетиків належать:

- ✓ гвоздикова олія (у дозі 0,04-0,05 мл·л<sup>-1</sup> води)
- ✓ 2-феноксіетанол (у дозі 0,3-0,5 мл·л<sup>-1</sup> води)

Гвоздикова олія (діюча речовина евгенол) – це речовина природного походження, отримана шляхом дистиляції з рослини *Eugenia aromatica* або *Eugenia caryophyllata*. Перевагою і водночас недоліком цього анестетика є природне походження активного інгредієнта. Точно визначити склад окремих партій гвоздикової олії неможливо. Це неприйнятно для реєстраційної документації. Рекомендована доза анестетика становить 30-40 мг/л (тобто 0,03-0,04 мл/л, 1 г гвоздикової олії приблизно відповідає 1 мл). Анестезія зазвичай

починається протягом 5-10 хвилин. Час відновлення дещо довший, ніж при застосуванні інших анестетиків (Kolárová et al. 2007).

2-феноксіетанол (етиленглікольмонофеніловий ефір) має точно визначений хімічний склад. Зазвичай використовується в концентрації 0,3-0,4 мл/л. Анестезія настає протягом 5-10 хвилин. 2-феноксіетанол може бути використаний для заспокоєння, іммобілізації та анестезії (Коларжова та ін., 2007).

Вплив анестетиків на рибу. Згідно з Коларжовою та ін. (2007), вплив анестетиків на рибу можна розділити на чотири фази.

- 1-ша фаза = спокійна поведінка – риба знаходиться у фізіологічному положенні, має регулярні дихальні рухи, нормальну рухову активність, без зусиль уникає перешкод під час плавання
- 2-га фаза = збудження – риба знаходиться у фізіологічному положенні, але проявляє підвищену активність, неспокій, швидке плавання, не уникає перешкод під час плавання, має сильні захисні рефлекси, нерегулярні дихальні рухи – у деяких видів риби поверхневі дихальні рухи, у інших, навпаки, зябра розширені, повіки.
- 3-я фаза = повне поверхневе оніміння (= седація та іммобілізація) – риба проявляє знижену активність, повільно нахиляється набік, втрачає захисні рефлекси, крім акустичних, дихальні рухи вже регулярні, спокійні, глибокі, сповільнюються.
- 3б. фаза = повне оніміння (= фаза, що відповідає наркозу = непритомність у ссавців – через пригнічення вищих функцій мозку біль не відчувається; ця фаза наркозу називається анестезією у риби) – риба знаходиться в бічному положенні, демонструє повну втрату рухливості, без захисних рефлексів, крім акустичних, дихальні рухи регулярні, спокійні, глибокі, уповільнені.
- 4. фаза = зупинка дихання (межа глибокої анестезії - наркозу) – риба знаходиться в бічному положенні, дихальні рухи повністю

припинені або лише поверхневі - неглибокі до зникнення, без захисних рефлексів, включаючи акустичні.

Усі фази анестезії плавно йдуть одна за одною. Відновлення відбувається у зворотному порядку. Переходи між фазами менш виражені, фази перекриваються. Анестезію риб можна контролювати концентрацією анестетика та тривалістю анестетичної ванни відповідно до вимоги, в якій фазі анестезії повинна перебувати риба для конкретної маніпуляції. Дуже важливо враховувати вид та вікову категорію риби та їх чутливість до обраного анестетика, тобто завжди проводити тест на толерантність до конкретної речовини, обраної концентрації анестетика та температури води у ванні з анестетиком (Kolárová et al. 2007).

Під час проведення анестезії необхідно стежити за температурою анестетичної ванни (вища температура води зазвичай посилює дію анестетика) та мати наготові резервуари з чистою, добре насиченою киснем водою такої ж температури, як і анестетична ванна. Після проведення маніпуляцій або операцій на анестезованій рибі доцільно провести занурення або короткочасну ванну з дезінфікуючим ефектом (наприклад, ванна в перманганаті калію - у вигляді занурювальної ванни: 1 г/л протягом 30-45 секунд або короткочасна ванна 0,1 г/л протягом 5-10 хвилин) (Kolárová et al. 2007).

### **1.3. Основні аспекти проектування господарств з індустріального вирощування кларієвого сома**

Перед будівництвом будь-якого рибного підприємства, в зокрема рециркуляційних установок, проводять технічні та економічні розрахунки, на підставі яких пишуться техніко-економічне обґрунтування та техніко-економічні розрахунки, що обґрунтовують господарську необхідність та економічну доцільність будівництва підприємства.

Основним документом, що обґрунтовує економічну мету відповідність будівництва рибоводного підприємства та його ефективну експлуатацію, є техніко-економічне обґрунтування.

Техніко-економічне обґрунтування є необхідним дослідженням (документом), у ході складання якого проводиться низка робіт з вивчення та аналізу всіх параметрів проекту рибного господарства та розроблення схеми повернення вкладених коштів та ресурсів. Підготовка техніко-економічного обґрунтування є міждисциплінарне завдання, для виконання якого необхідна комплексна робота інженерів, економістів, юристів та і містить докладну інформацію про всі аспекти проведення робіт. Техніко-економічна частина техніко-економічне обґрунтування відображає основні економічні показники майбутнього рибогосподарського підприємства. Технологічна частина містить матеріали з біотехніки розведення обраних об'єктів та основні виробничі аспекти.

Структура техніко-економічного обґрунтування:

1. Введення.
2. Загальні відомості про об'єкт.
3. Повне найменування та місцезнаходження рибоводного підприємства, його приналежність.
4. Вибір та обґрунтування технології розведення риби.
5. Приблизна організаційна структура підприємства, наявність ринку збуту.

6. Схема виробничого процесу розведення намічених об'єктів та методи вирощування риби, короткий опис біотехніки їх розведення по кожній ланці виробничого процесу, прийняті біотехнічні нормативи розведення намічених об'єктів та їх обґрунтування.

7. Схема заходів з гідротехнічного облаштування господарства, що забезпечує оптимальні рівні води при їх експлуатації та параметри водорегулювання, ефективний рибозахист.

8. Рибоводні розрахунки (потужність підприємства за кількістю товарної риби (т/рік) та посадкового матеріалу (тис. екз.) із зазначенням кожного виду; рибопродуктивність (кг/га загальну та за видами риб), потреба в кормах (т/рік) тощо.

9. Календарний графік роботи рибогосподарського підприємства.

10. Перелік обладнання та інвентарю, заходи з техніки безпеки, механізація трудомістких процесів – навантаження, розвантаження, транспортування риби та різних вантажів усередині підприємства та за його межами, приготування штучних кормів та їх роздачу, профілактична антипаразитарна обробка риби.

11. Розрахунок потреб капіталовкладень та основних фондів підприємства, щорічні експлуатаційні витрати та їх склад.

12. Розрахунок потреби у трудових ресурсах (з розбивкою за категоріями; робітники, ІТП, основні фахівці тощо), передбачувані витрати на трудові ресурси відповідно до вищевказаної класифікацією.

13. Розрахунок собівартості (калькуляція) одержуваної продукції.

14. Розрахунок економічної ефективності введення в експлуатацію підприємства.

15. Планування термінів здійснення проекту (зразковий) графік робіт, кошторис витрат на здійснення проекту тощо).

16. Джерело фінансування, оцінка інвестиційного клімату та можливі ризики.

17. Оцінка перспективності проекту та визначення можливостей для подальшого розвитку.

Однією з основних частин техніко-економічне обґрунтування є рибоводне біологічне обґрунтування, яке є комплексом заходів, що дозволяють дізнатися про можливість ведення рибогосподарської роботи в даному регіоні з урахуванням гідрологічних та кліматичних особливостей. На даний момент немає єдиних вимог щодо складання рибоводне біологічне обґрунтування для рибогосподарської діяльності.

Основна мета розробки біологічного обґрунтування – дати повну гідрологічну, гідрохімічну характеристику водоймища, визначити оптимальну можливість використання водойми, довести біологічну та господарську необхідність проведення рибогосподарських заходів та забезпечити безпеку для екосистеми. Грамотно складені техніко-економічне обґрунтування та рибоводне біологічне обґрунтування дозволяють визначити з високою достовірністю доцільність організації рибного господарства, її економічну ефективність та шляхи подальшого розвитку.

При розробці ПЕР максимально використовуються типові проекти, затверджені схеми та готові проекти. У ПЕР мають бути наведено основні розрахунки собівартості риби, фінансові потоки на 10 років уперед, потужність підприємства, площа, розрахункова вартість будівництва.

Під час проектування підприємства необхідно встановити вигляд будівництва: нове будівництво, розширення, реконструкція, технічне переозброєння.

Нове будівництво здійснюється на вибраних майданчиках з метою створення комплексу об'єктів основного та підсобного призначення.

Розширення діючих рибоводних підприємств – це будівництво нових та розширення існуючих цехів та об'єктів на території підприємств, що діють. Розширення чинного підприємства має здійснюватися з поліпшенням техніко-економічних показників порівняно з новим будівництвом.

Реконструкція діючих підприємств – це переобладнання існуючих цехів та об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення, як правило, без розширення наявних будівель та споруд основного призначення. До реконструкції діючих рибоводних підприємств належить будівництво нових будівель та споруд УЗВ, кормоцехів та інших об'єктів натомість ліквідованих.

До технічного переозброєння належить комплекс заходів щодо підвищення техніко-економічного рівня окремих цехів та ділянок на основі впровадження передової техніки та технології, заміни застарілого та фізично зношеного обладнання новим, більш продуктивним, застосування нових наукових рішень.

Технічний проект розробляється на основі завдання на проектування та інженерних пошуків, яким передуює робота з вибору місця розташування підприємства.

Вибір майданчика. Вибір майданчика під будівництво рибо водного підприємства індустріального типу здійснюється спеціальною комісією, що створюється замовником проекту.

Майданчик для будівництва вибирається відповідно до Основ земельного, водного законодавства.

Для будівництва індустріальних рибоводних підприємств обирають майданчики на берегах річок, озер, водосховищ. При виборі майданчика необхідно дотримуватися таких умов:

- господарство має розташовуватися якомога ближче до великих промислових центрів і населених пунктів, поблизу існуючих автомобільних доріг з метою створення сприятливих умов для доставки сировини та продукції;
- розміри майданчика повинні визначатися відповідно до заданою потужністю підприємства з урахуванням нормативної густини забудови; ширина майданчика має бути більше 1 км;
- місце розташування майданчика має забезпечувати можливість дотримання санітарних норм щодо скидання стічних вод у будинки, протипожежних норм, а також застосування раціональних рішень з водопостачання, енергопостачання, охорони водойм;

– ґрунти майданчика повинні відповідати нормативним вимогам влаштування гідротехнічних та промислово цивільних споруд;

– джерело водопостачання проектованого підприємства повинен повністю задовольняти потребу у воді необхідної якості в зимовий та літній час.

Як джерело водопостачання можна використовувати:

1. Поверхневі джерела. Якщо для водопостачання господарства аквакультури використовується річка або струмок, необхідно визначити максимальний та мінімальний щорічні стоки, оскільки води має вистачати протягом усього року. Водойми, які є надійними джерелами водопостачання, в деяких випадках можуть пересихати, або рівень води може знизитися настільки, що воду, що залишилася, неможливо буде забирати. Водозабірні пристрої рибоводних господарств повинні розташовуватися таким чином, щоб при будь-якій зміні рівня води доступ до неї не був ускладнений.

Озера рідше використовуються як джерело водопостачання, ніж річки та струмки, але й такі великі водоймища можна з успіхом використати в різних системах культивування.

При використанні у господарствах аквакультури поверхневих вод частіше, ніж під час використання інших джерел водопостачання, виникає проблема зараження води та культивованих об'єктів патогенними та непатогенними організмами. Хвороботворні організми і паразити, присутні в воді, що надходить, можуть проникнути у всі елементи системи і ускладнити її роботу. Видалити бактерії, найпростіших і особливо віруси з води, що надходить, важко.

Непатогенні організми легше піддаються контролю, але, тим не менш, у деяких районах непатогенні або умовно патогенні організми проникають у ємності для культивування і конкурують з об'єктами, що вирощуються.

Для запобігання потраплянню в систему небажаних об'єктів, воду, що надходить, можна пропускати через фільтри тонкого очищення або використовувати бактерицидні установки.

2. Теплі скидні води. У зв'язку з наявністю великої кількості теплових і атомних електростанцій, проблемі впливу підігрітих вод на екологічний стан водойм приділяється велику увагу. Характерною особливістю теплових електростанцій, що виробляють основну частину всієї електроенергії, є дуже велике споживання води для охолодження конденсаторів та конденсації пари. Охолоджувальній воді віддається близько  $2/3$  тепла, одержуваного в результаті згоряння палива, і тільки  $1/3$  перетворюється на електроенергію. Величезна маса води після охолодження конденсатора має температуру -  $+20-25$  °С, яка може відводитися в навколишнє середовище (скидатися).

3. Підземні води. Перед тим як приступити до буріння свердловин, необхідно точно визначити максимальну потребу господарювання у воді (в л/хв). Хоча вартість буріння зі збільшенням діаметра свердловини зростає, нестача води згодом може призвести до втрати всієї продукції.

Свердловина, розрахована на трохи більший, ніж необхідно в даний час, витрата води, дозволить у майбутньому розширити існуюче підприємство.

У воді з артезіанських свердловин вміст заліза часто вищий, ніж у більшості поверхневих вод. Навіть якщо залізо в воді, що надходить, не викликає загибелі культивованих організмів, воно може викликати корозію поверхні металів, що знаходяться в контакт з водою. Під землею залізо, як правило, існує у відновленому вигляді. На поверхні в результаті взаємодії з киснем.

Перед тим як приступити до буріння свердловин, необхідно точно визначити максимальну потребу господарювання у воді (в л/хв). Хоча вартість буріння зі збільшенням діаметра свердловини зростає, нестача води згодом може призвести до втрати всієї продукції.

Свердловина, розрахована на трохи більший, ніж необхідно в даний час, витрата води, дозволить у майбутньому розширити існуюче підприємство.

У воді з артезіанських свердловин вміст заліза часто вищий, ніж у більшості поверхневих вод. Навіть якщо залізо в воді, що надходить, не викликає загибелі культивованих організмів, воно може викликати корозію

поверхні металів, що знаходяться в контакті з водою. Під землею залізо, як правило, існує у відновленому вигляді. На поверхні в результаті взаємодії з кисень воно окислюється із заснуванням гідроксиду заліза. Розбризування або аерація води з високим вмістом заліза значно прискорюють процес окислення. Гідроокис заліза випадає в осад і накопичується на дні. Цей процес найкраще проводити у відстійнику, який розташовують перед рибоводними ємностями, щоб вміст осаду, що містить залізо, не потрапив у них. Як і у випадку з небажаними газами, що містяться в артезіанській воді, флоктуція гідроксиду заліза також сприяє насиченню води киснем.

Вміст кисню у воді зі свердловин низький, зате вміст інших розчинених газів, зокрема вуглекислого газу та азоту, висока. Воду з низьким вмістом кисню перед використанням необхідно аерувати. Для цього можна використовувати механічні аератори, проте розбризування або розпилення води у вищих ємностях також досить ефективно. Висока концентрація вуглекислого газу або азоту у воді зі свердловин може виявитися токсичний для риб. Розчинність вуглекислого газу та азоту у воді, зазвичай залежить від атмосферного тиску. При низькому атмосферному тиску концентрації цих газів швидко знижуються до безпечної рівні. Аерація, необхідна при низькому вмісті воді кисню, сприяє видаленню з неї надлишку вуглекислого газу та азоту.

Озера рідше використовуються як джерело водопостачання, ніж річки та струмки, але й такі великі водоймища можна з успіхом використати в різних системах культивування.

При використанні у господарствах аквакультури поверхневих вод частіше, ніж під час використання інших джерел водопостачання, виникає проблема зараження води та культивованих об'єктів патогенними та непатогенними організмами. Хвороботворні організми і паразити, присутні в воді, що надходить, можуть проникнути у всі елементи системи і ускладнити її роботу. Видалити бактерії, найпростіших і особливо віруси з води, що надходить, важко. Непатогенні організми легше піддаються контролю, але, тим не менш, у

деяких районах непатогенні або умовно патогенні організми проникають у ємності для культивування і конкурують з об'єктами, що вирощуються.

Для запобігання потраплянню в систему небажаних об'єктів, воду, що надходить, можна пропускати через фільтри тонкого очищення або використовувати бактерицидні установки.

Завдання проектування. Завдання на проектування рибоводного підприємства складається замовником проекту відповідно з техніко-економічними показниками, прийнятими у техніко-економічному розрахунку, включаючи вартість будівництва.

У завданні на проектування вказується найменування та місце розташування проектного підприємства, підстава для проектування, найменування замовника та його відомче підпорядкування, джерело фінансування, об'єкти розведення та метод їх вирощування, потужність підприємства, конструкції обладнання, призначеного для використання на всіх етапах вирощування риб, біотехнічні нормативи об'єктів, що розводяться, види кормів, місце розташування господарського центру та перелік основних споруд, вихідні дані для проектування об'єктів житлового та культурно-побутового будівництва, заходи щодо очищення побутових та виробничих стічних вод, перелік процесів, що підлягають механізації та автоматизації, обсяг капіталовкладень, терміни будівництва підприємства, найменування будівельної організації підрядника.

Проектна організація має приймати безпосереднє участь у підготовці завдання проектування.

Упорядкування технічного проекту. Виходячи із завдання на проектування, головний інженер проекту видає відділам вишукувань технічне завдання для виконання інженерних вишукувань: геодезичних, геологічних, гідрологічних та ґрунтово-ботанічних.

Геодезичні дослідження необхідні для вибору осі водозабірної споруди, розташування цехів і всіх гідротехнічних споруд підприємства, розміщення

водопостачальної та водоскидної систем, а також розташування господарського центру та доріг.

При цьому визначаються обсяги основних будівельних робіт, та намічається організація виконання будівельних робіт.

Геологічні дослідження проводять для отримання відомостей про геологічній будові, гідрогеології та геоморфології району, обраного для будівництва рибоводного підприємства. Для встановлення геологічної будови району розташування проектного підприємства бурять свердловину на глибину 10-20 м і закладають шурфи глибиною 2-3 м. При цьому вивчають також вступно-сольовий режим ґрунтових вод, фізико-геологічні явища та визначають запаси місцевих будівельних матеріалів.

Гідрологічні дослідження здійснюють з метою встановлення режиму вододжерела. При цьому отримують дані про тверде та рідких стоках вододжерела, швидкостях течій та коливаннях рівня води в ньому протягом року. Вимірюють мінливість його русла, а також його льодовий, термічний та гідрохімічний режим.

Ґрунтово-ботанічні дослідження проводять з метою вивчення складу ґрунтів на ділянці майданчика. Виявляють господарську цінність рослинного покриву та встановлюють обсяги робіт з видалення купин, чагарників, дерев, пнів.

Генеральний план рибного підприємства виконують у масштабі 1:1000–1:5000 або 1:10000 (залежно від загальної площі підприємства). На ньому зображують розташування всіх проєктованих будівель та споруд, дають експлікацію садків, басейнів та займаних угідь.

У проєкті мають бути зроблені опрацювання зі створення надійного зв'язку рибоводного підприємства із загальною мережею автомобільних доріг району, а також щодо забезпечення в ньому внутрішньогосподарських перевезень У технологічній частині проєкту дається рибоводно-біологічне обґрунтування та описується механізація трудомістких процесів.

У рибоводно-біологічному обґрунтуванні містяться такі матеріали:

- загальна рибоводно-біологічна характеристика майданчика,
- рибоводно-біологічна характеристика джерела водопостачання;
- відомості з біології намічених об'єктів розведення;
- вибір та обґрунтування типу рибоводного підприємства;
- схема виробничого процесу;
- прийняті біотехнічні нормативи та їх обґрунтування;
- рибоводні розрахунки;
- календарний графік роботи підприємства;
- перелік рибоводного обладнання та інвентарю;
- заходи щодо техніки безпеки.

Механізація трудомістких процесів охоплює такі основні види робіт: навантаження, розвантаження, транспортування риби та різних вантажів усередині підприємства та за його межами; приготування штучних кормів та їх роздачу; боротьбу із заростанням, антипаразитарну обробку риби. У цій частині, яка розробляється з урахуванням галузевих напрямків у рибництві, наводяться матеріали з організації праці на підприємстві: загальна чисельність робітників і службовців, структура управління підприємством, організація праці службовців. Описується та обґрунтовується поділ та кооперація праці робітників, колективна форма організації праці, обслуговування робочих місць, зв'язок, охоронна та пожежна сигналізація, система підготовки та підвищення кваліфікації кадрів, основні заходи з техніки безпеки та охорони праці.

Будівельна частина проекту включає матеріали з водогосподарських розрахунків, гідротехнічних споруд, стаціонарних садків і басейнів, заходів з охорони навколишньої території від підтоплення та забруднення, архітектурно-будівельних рішенням господарського центру та виробничих будівель, енергопостачання та зв'язку, водопостачання та каналізації.

Важливим завданням при проектуванні рибного підприємства є встановлення його потреби у воді відповідної якості та визначення можливості забезпечення цієї потреби джерелом водопостачання. Це завдання вирішується

шляхом вивчення гідрологічних, термічних та гідрохімічних даних за прийнятим вододжерелом та проведення водогосподарських розрахунків. Виконані розрахунки дозволяють визначити обсяги та витрати води по окремих підрозділах та підприємству в цілому, а також дати оцінку забезпеченості його водою на основі даних щодо надходження води з джерела водопостачання.

Вказується вододжерело і об'єми води, що вилучаються з нього, описуються та обґрунтовуються способи забору води, подачі та розподілу води в літній та зимовий період при прямоточному та об'ємному водопостачанні, наводиться принципова схема водоподачі. Наводяться конструктивні рішення гідротехнічних споруд, до яких відносять водоскиди, водоспускні та водовипускні споруди, насосні станції та ін.

Проектувальник вибирає місце розташування, клас капітальності та їх конструкцію, проводить необхідні розрахунки, якими встановлює пропускну спроможність, розміри та позначки конструктивних елементів, визначає обсяги будівельно-монтажних робіт, складає специфікації та відомості на обладнання.

За архітектурно-будівельними рішеннями господарського центру та виробничих будівель дається їх місцезонаштування, конструкція та інженерні розрахунки, за допомогою яких визначають обсяги будівельно-монтажних робіт. Біологічні особливості риб та неоднакові умови водного середовища в різних регіонах зумовлюють проектування підприємств різних типів.

Установку рибоводних ємностей проводять з максимальним використанням виробничих площ. До кожної ємності має бути забезпечений підхід щонайменше ніж із двох сторін. Подання води, по можливості, має бути самопливною. При використанні механічної подачі води необхідні спеціальні пристрої, що виключають перенасичення води азотом.

#### **1.4. Висновки з огляду літератури**

Рибоводні розрахунки дають можливість визначити структуру та потужність окремих підрозділів підприємства, а також оцінити правильність вибору майданчика, яка має бути достатньою по своїй площі, безперервно

забезпечуватись достатньою кількістю води, мати надійний транспортний зв'язок з іншими господарями (якщо здійснюється завезення посадкового матеріалу).

Усі рибоводні розрахунки зводяться до таблиці. За показниками цих розрахунків виконують схему розміщення споруд, обладнання та апаратури у виробничих цехах або ділянках. Басейни рекомендується розміщувати в 1–3 ряди, передбачаючи між ними прохід для зручності обслуговування.

Насамперед необхідно провести розрахунки необхідного обладнання для будівництва підприємства на основі УЗВ.

При товарному вирощуванні кларієвого сома в установках замкнутого водозабезпечення спочатку визначається максимальна потужність підприємства товарної риби на рік (т/рік) і визначається кількість рибоводних циклів.

Рибоводний цикл – період часу, за який з рибопосадкового матеріалу заданої маси, згідно з обраною схемою роботи підприємства, виростає риба товарної маси. При вирощуванні кларієвого сома рибоводний цикл становить 5–7 місяців і залежить від початкової та кінцевої маси особин. При стандартній масі закупуваного рибопосадкового матеріалу 15–20 г і товарній масі риби, що реалізується, 1000–1200 г рибоводний цикл становить 6 місяців.

Початком рибоводного циклу вважається завезення рибопосадкового матеріалу і посадка його на вирощування.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Місце та об'єкт досліджень

Рециркуляційна аквакультурна система (РАС) для африканського сома. Сом є одним із видів риб, придатних для розведення в РАС при високій густоті (Намáčková et al., 2007). Інтенсивне рибництво в РАС наразі є одним із найсучасніших методів розведення, який відбувається в проточних системах та ставковому розведенні (Кouřil et al., 2008). Головною перевагою є те, що ми можемо контролювати всі умови розведення, такі як температура, хімічний склад води та контрольована подача корму. Інтенсивне рибництво характеризується високою продуктивністю риби, низьким споживанням води та незалежністю від зовнішнього середовища, воно не займає великих площ і не потребує великих обсягів води. Це системи, які мають часткову або замкну циркуляцію води. Однією з переваг є додавання невеликої кількості води, яку можна отримати з ґрунтових вод або водопостачання. Ці типи води не несуть ризику передачі хвороб. Якщо у нас немає одного з цих джерел, необхідно попередньо обробити воду або використовувати дезінфекцію (озонування, УФ-випромінювання). Приблизно від 0,1% до 10% загального об'єму резервуарів RAS додається до резервуарів щодня (Кouřil et al., 2008).

RAS також включає седиментацію та механічну фільтрацію, під час яких видаляються екскременти та залишки корму. Використання біологічних нітрифікаційних фільтрів. Аміак (кінцевий продукт білкового метаболізму) окислюється біологічно (не хімічно). Процес нітрифікації перетворює іони амонію на нітрити, які потім перетворюються на нітрати, які майже нешкідливі для риб. Функціональним компонентом біологічного фільтра є бактерії-розкладачі, що живуть на фільтрі або зважені у водному середовищі. До них належать види: *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospina* та *Nitrospira*, які видаляють аміачний азот з водного середовища. Потім нітрати можуть бути перетворені на

молекулярний азот через процес денітрифікації, який викидається в атмосферу. Аерація та оксигенація видаляють продукт метаболізму, вуглекислий газ. Ці процеси додають кисень у водне середовище. Обидві фази нітрифікації відбуваються в аеробному середовищі. Для окислення 1 г амонійного азоту потрібно 4,57 г  $O_2$  та 7,14 г  $CaCO_3$ . Спожитий кисень повертається у воду шляхом аерації (аерації) або оксигенації (газоподібний кисень). На процес нітрифікації впливає низка факторів, таких як температура води, кількість розчиненого кисню у воді, рН та кількість нітрифікуючих бактерій (Russo and Thurson, 1997).

Споживання карбонату кальцію знижує рН води, який повертається до норми шляхом додавання бікарбонату натрію, але цей метод є короткочасним (Kouřil et al., 2008). За даними Lang et al. (2011), мікронізований вапняк застосовується до водного середовища.

Під час розведення в RAS ми використовуємо екструдовані кормові суміші, тому ми вибираємо лише рибу або інші водні організми, які мають хорошу ціну продажу для RAS. До них належать, наприклад, лосось, осетер, судак, окунь, сом або декоративні риби.

RAS також можна використовувати для різних тестів, наприклад, якості корму (Kouřil et al., 2008).

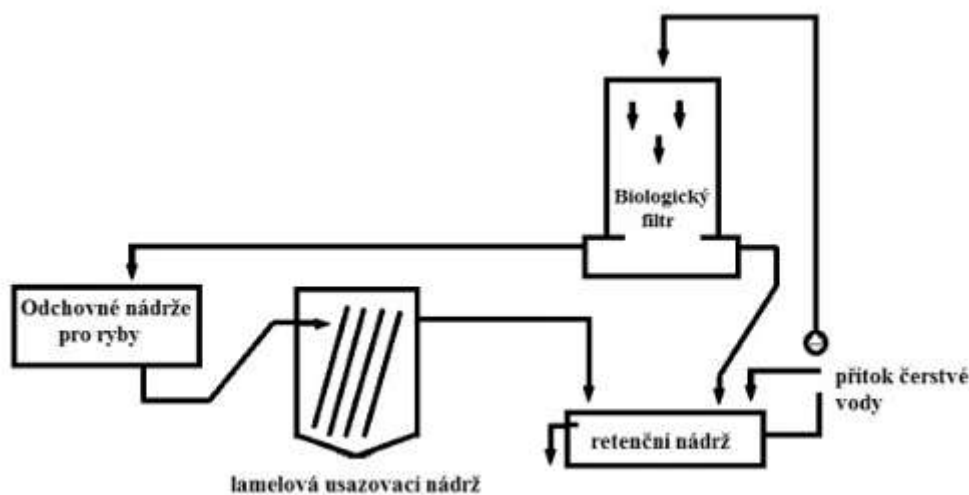


Рис. 2.1: Схема рециркуляційної системи аквакультури (RAS) (за Namáčkou et al., 2007).

Розведення африканського сома в рециркуляційній системі аквакультури (RAS). Розведення африканського сома стає все більш популярним. Це дуже витривалий вид, який здатний виживати у водному середовищі з низьким рівнем розчиненого кисню, навіть при високій густоті (Kouřil et al., 2013). Ідеальна температура для його належного росту становить 26 - 32 °C (Brizt and Necht, 1987). Сом здатний виживати навіть у водах з підвищеною солоністю води. Ідеальний рН води повинен бути між 6,5 - 8,0. Смертність може спостерігатися при значеннях, що перевищують рН 11, або якщо рН падає нижче 4 (Kouřil et al., 2013). За даними Адамека (1994), сом може пережити короточасне зниження температури нижче 12 °C, але якщо температура падає нижче 15 °C протягом тривалого часу, виникає пліснява та загибель. Верхня смертельна температура становить вище 40 °C, тому він може витримувати високу температуру води (Kouřil et al., 2013).

### ***Якість води в УЗВ***

Африканський сом не є вимогливою рибою для розмноження в УЗВ, йому потрібна лише вища температура, яка повинна коливатися від 27 до 30 °C. Коли температура падає нижче цих значень, ця зміна впливає на зниження темпів росту. Вміст кисню у водному середовищі не повинен падати нижче 1 мг/л, щоб запобігти можливості виникнення різних захворювань.

Ідеальне значення кисню у воді становить від 1 до 3 мг/л. Значення рН води повинно коливатися від 6,5 до 8, а летальне значення рН – нижче 4 та вище 11. Сом може вижити навіть у сильно забрудненому органічними речовинами середовищі зі значенням  $\text{NH}_3$  до 0,05 мг/л. Граничне значення для нітритів становить 0,25 мг/л, а для нітратів – 250 мг/л (Namáčková et al., 2007).

### **Корм**

Кишечник африканського сома простий, відносно короткий і тонкостінний, тому йому потрібна їжа з високим вмістом білка. Споживання корму та ріст африканського сома сильно залежить від температури води (Kouřil et al., 2013). За даними Necht et al. (1988), ідеальне значення для росту та

конверсії корму було визначено на основі випробувань годівлі при використанні раціону, що містить 38-42% сирого протеїну та 8-12%. За даними De Graaf та Janssen (1996), ідеальне значення для білка становить 35-42%, а перетравної енергії - 12 кДж/г.

У пізніших експериментах були знайдені нові ідеальні значення, які вказують на рекомендовану кількість 35-40% перетравних білків та 12-16 кДж/г перетравної енергії для мальків та риби нового покоління. Для годівлі товарної риби рекомендований вміст перетравних білків становить 30 - 35% та 10 - 14 кДж/г<sup>-1</sup> перетравної енергії. Вміст кальцію (Ca) та фосфору (P) у кормі для покоління риби та мальків становить 0,8 - 1,5% Ca та 0,6 - 1,0% P. Для товарної риби ці значення становлять 0,5 - 1,8% Ca та 0,5 - 1,0% P. (De Graaf and Janssen, 1996).

Фактори росту та конверсії корму. Вища температура води суттєво впливає на ріст риби та належну конверсію корму у африканського сома. За даними Hoogendorn et al. (1983), найвищі кормові раціони були виявлені при 27–29°C. У тесті використовувалися африканські соми різної індивідуальної маси від 1 до 200 г при температурі від 21 до 33°C, а корм (комерційний корм для форелі) містив 50% білка. Ще одним важливим фактором є фотоперіод, коли риби ростуть швидше в темряві, ніж риби, яких утримують за умов яскравішого освітлення або за умов чергування 12 годин світла та 12 годин темряви (Morenike et al., 2008).

## 2.2. Методика виконання роботи

Молодь кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) буде відтворюватись та вводитись в рециркуляційну систему аквакультури. Безпосередньо вирощування товарної риби з трьох етапів.

Підготовка вирощувального УЗВ. Буде підготовлено 12 вирощувальних резервуарів (об'єм води в одному резервуарі 1750 літрів). Цей УЗВ включає механічний фільтр з мінімальною витратою води 15 000 літрів на годину та біологічний фільтр з рухомим шаром та фільтрувальним матеріалом з об'ємом води 20 000 літрів на годину, пристрій для змішування кисню та вхідні та вихідні труби.

Ця підготовка включала загальний огляд, очищення та дезінфекцію всього технічного обладнання УЗВ. Після цього відбулося заповнення всієї системи з метою її належного запуску, в першу чергу для запуску біологічної фільтрації та стабілізації середовища для самого експерименту. Також було важливо перевірити та, можливо, усунути будь-які витіки в системі або усунути інші технічні проблеми.

Автоматичні годівниці були розміщені поруч з кожним резервуаром.

Були сплановані окремі процеси, згідно з якими вони й виконувалися. І останнє, але не менш важливе, було важливо навчити оператора та проінформувати його про всі технології та методи експерименту.

Для кожного етапу потрібно використовувати відсортовану рибу однорідного розміру та маси. Загальна довжина тіла (TL) коливалася від  $367 \pm 57$  мм, а загальна вага (W) – від  $382 \pm 166$  г. Використовували 4 різні густоти риб, де кожна густоту мала три контрольні повторності. Перша група риб мала біомасу 30 кг.м-3, друга – 60 кг.м-3, третя – 90 кг.м-3, а четверта група мала біомасу 120 кг.м-3.

В кінці кожного місяця збирали рибу з окремих акваріумів, перевіряли та реєстрували значення росту (TL та W), а також приріст біомаси в кожному з акваріумів з різною щільністю риб. Після п'ятимісячного періоду виживання

риб, питома швидкість росту (SGR), виживання риб, коефіцієнт конверсії корму (FCR) та стан риб додатково оцінювали та реєстрували за допомогою коефіцієнта Фултона (FK). Всю отриману інформацію реєстрували та оцінювали в кінці експерименту.

Після завершення цього експерименту систему було вимкнено, очищено та підготовлено до наступного експерименту. Усіх риб з першого експерименту утримували в одному резервуарі для вирощування.

#### Вимірювання та зважування піддослідних риб

Перед усіма вимірюваннями та зважуванням риб завжди використовувався анестетик, щоб поводитися з рибами якомога дбайливіше та уникнути їх пошкодження. Як анестетик використовувалася гвоздична олія. Її доза становила 0,33 мл на 10 літрів води. Для вимірювання загальної та стандартної довжини тіла використовувалися класичні вимірювачі, що використовуються для біометричних вимірювань риб. Всі вимірювання проводилися з точністю до 1 мм.

Для зважування маси тіла вирощених риб використовувалися цифрові маси. Всі зважені значення зважувалися з точністю до 0,01 г. Дозування корму припинялося під час та за один день до та після контрольного перелову риби.

#### Коефіцієнт конверсії корму (FCR)

$$(\text{FCR в кг.кг-1}) = \text{СКД} / (\text{КВ} - \text{РВ})$$

СКД – це загальний раціон корму для кожного періоду (кг) та показує кількість поданого корму. КВ – це кінцева загальна біомаса риби в акваріумі (кг), а РВ демонструє початкову біомасу риби в акваріумі (кг).

#### Вживання риби (P)

$$(\text{P в \%}) = (\text{PPR}/\text{PNR}) \times 100$$

PNR виражає кількість зариблених риб (екз.), а PPR – кількість риб, що вижили (екз.).

Питома швидкість росту (ПШР)

$$(\text{ПШР у \%} \cdot \text{d}^{-1}) = \ln(W_k) - \ln(W_p) / t * 100$$

Де  $t$  представляє кількість днів у заданому періоді,  $W_k$  – середня вага зарибленої риби, а  $W_p$  – кінцева середня кінцева вага зарибленої риби на кінець періоду.

Приріст за кожен контрольний період на 1 м<sup>3</sup>

$$B_2 - B_1$$

$B_2$  – кінцева біомаса на кінець періоду, а  $B_1$  – початкова біомаса на початку заданого періоду.

Коефіцієнт Фултона (FK)

$$FK = (W / TL^3) * 100$$

$W$  представляє середню вагу одиниці, а  $TL$  – загальна довжина тіла зарибленої риби.

Для визначення вищезазначених показників необхідно було визначити початкове значення ( $W_1$ ) на початку експерименту та середню вагу ( $W_2$ ) і загальну довжину ( $TL_1$  та  $TL_2$ ) риби наприкінці періоду вирощування. Для визначення середнього значення загальної довжини та маси вирощеної риби необхідно було виловити по 33 риби з кожного акваріума, виміряти та зважити рибу.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Гідрохімічний, температурний та газовий режими

Темп росту та самопочуття кларієвого сома безпосередньо залежать від ряду факторів навколишнього середовища, до яких відносяться: температура, вміст розчиненого кисню, рівень кислотно-лужного балансу рН, вміст аміак/амоній ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ), нітратів ( $\text{NO}_3$ ), нітритів ( $\text{NO}_2$ ), фосфатів ( $\text{PO}_4$ ) і заліза (Fe).

Температура води є найбільш важливим і значущим фактором навколишнього середовища при товарному вирощуванні риби. Температурний діапазон життєдіяльності у риби закріплюється спадково, але в його межах може протікати вищий або нижчий обмін речовин. Це пояснюється тим, що в тканинах з підвищенням температури інтенсивність окисних процесів збільшується, і, як наслідок, підвищується споживання організмом кисню. Отже, зі зміною температури води дуже сильно змінюється та газообмін риби.

Температура води впливає на життєдіяльність організму, зокрема, на процеси обміну речовин та поведінку сома.

Кларієвий сом має високий діапазон короточасних температур, що переносяться від 8 до 35 °С. При температурі води нижче 8 °С кларієвий сом гине протягом кількох годин, при температурі води 15 °С смерть настає протягом 48 годин. Харчуватися сом перестає за температури нижче 20 °С. Верхній поріг живлення для кларієвого сома становить 30°C, а при температурі 35°C риба гине за 2-3 години.

При температурі води 25-26 °С у кларієвого сома спостерігається максимальний темп зростання: при зарибленні молоддю масою 10 г за 200 діб кінцева середня маса особини становила 1100-1200 р. Не погані прирости спостерігалися при температурі 24-30 °С з кінцевою середньою масою особини 900-1000 р. При 22 °С спостерігається зниження приросту кларієвого сома до 600-700 г за 200 діб, що на 30-40% нижче, ніж за вищої температури. При

низьких температурах у кларієвого сома спостерігається млява поведінка і значно знижується активність поїдання кормів.

Вміст у воді розчиненого кисню при товарному вирощуванні кларієвого сома має становити від 3 до 6 мг/л.

Такий параметр, як каламутність води, для кларієвого сома малокритичний через добре розвинені органи нюху і дотику, він себе чудово відчуває у середовищі з непрозорою водою.

До основних токсичних речовин, що впливають на рибопродуктивність і в цілому на фізіологічний стан риб, можна віднести:

– Аміак/амоній ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ) – основний продукт метаболізму всіх риб, що є найбільш небезпечною токсичною сполукою, що постійно виділяється у воду в процесі життєдіяльності риб. Є нестабільною сполукою і швидко окислюється до нітритів. Нормативні вимоги до 0,5 мг/л.

- Нітрити ( $\text{NO}_2$ ) - в основному утворюються в результаті окислення аміаку, що міститься у воді, нітромадами бактеріями і за своєю суттю є перехідною формою в процесі окислення нітратів. У воді накопичується дуже в незначних кількостях через свою нестабільність і летючість. Нормативний показник до 0,1 мг/л.

- Нітрати ( $\text{NO}_3$ ) - кінцевий продукт окиснення азотистих сполук у результаті діяльності нітробактерій. Нітрати на відміну від інших азотистих сполук найбільш стабільні і самовільно не розпадаються і не окислюються. Видалити з води нітрати можна тільки за допомогою хімічних реакцій, що не застосовується в рибництві. Тому при вирощуванні риби в УЗВ використовується часткова щоденна заміна води в обсязі до 10% від загального обсягу, що, у свою чергу, дозволяє підтримувати його вміст у межах норми – 2 мг/л.

Оскільки дорослі кларієві соми дводихають, вони здатні короткочасно (до 48 годин) витримувати підвищення нормативних показників вмісту азотистих сполук у 2–3 рази.

– Фосфати ( $\text{PO}_4$ ) – найменш небезпечне з'єднання з усіх перерахованих. Сам по собі фосфор є одним з основоположних елементів життя, але при високих концентраціях у воді викликає бурхливий розвиток бактерій і водоростей, ті, у свою чергу, рясно споживають кисень, викликаючи «цвітіння води», після чого гинуть і тим самим погіршують гідрохімічний режим у басейні.

- Залізо (Fe). Розчинене у воді залізо окислюється до оксиду заліза  $\text{FeO}$ , а потім до нерозчинного буро-червоного осаду  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . У процесі окислення залізо забирає розчинений у воді кисень, цим негативно впливаючи на гідрохімічний режим. Залізо може осідати на зябрах риби і викликати асфіксію, що призводить до загибелі. Крім цього на пошкоджені оксидом заліза епітелії зябер активно розвивається патогенна мікрофлора, здатна викликати різні захворювання. Цей факт особливо критичний в умовах УЗВ через високу температуру води та щільність посадки риби.

Дотримання всіх вищезазначених параметрів при вирощуванні кларієвого сома в умовах УЗВ дозволить досягти максимального темпу зростання при мінімальних витратах кормів.

### **3.2. Розрахунки різновікових груп біологічного матеріалу кларієвого сома**

Потужність проєктованого проєкту рециркуляційної системи аквакультури потужністю 40 тонн кларієвого сома, за умов одного циклу ведення в ньому аквакультури. Розрахунки різновікового біологічного матеріалу об'єкта культивування проводяться з використанням зворотного методу та сучасних нормативів:

Вихідні дані до розрахунків:

- середня маса товарного кларієвого сома (1000 г);
- вихід з вирощування на третьому етапі (95%);
- вихід з вирощування на другому етапі (90%);

- вихід з вирощування на першому етапі (50%);
- вихід личинок від вільних ембріонів (75%)
- виходу вільних ембріонів із заплідненої ікри (70%);
- запліднення ікри (85%);
- робоча плодючість самок (350 тис.ікринок);
- співвідношення самок та самців у стаді (1:1,5);
- резерву самок (30%);
- резерву самців (100%).

### 3.2.1. Вирощування старшої вікової категорії (товарної риби)

На цьому останньому етапі вирощування потрібно отримати рибу із середньою масою одиниці 1000 г або більше від посаженого рибопосадкового матеріалу 150-200г. У місцях високого попиту на кларієвого сома бажають рибу вагою понад 1200 г. Вирощування проводять у резервуарах об'ємом понад 10 м<sup>3</sup> та глибиною не менше 1 - 1,5 м. Густина посадки залежить від запланованого розміру ринку та часу збору риби. Однак, вирощування зазвичай проводиться при густоті 0,8 - 4,5 екз./л, все також залежить від якості та належного функціонування біологічної фільтрації.

Товарних сомів годують екструдованими або гранульованими кормовими сумішами, коефіцієнт годівлі коливається від 0,9 до 1,2. Зі збільшенням середньої маси риби добовий кормовий раціон зменшується приблизно на 3 - 2% від їхньої маси. Якщо можливо, більшу рибу годують вручну, оскільки при використанні автоматичної годівлі риби ростуть нерівномірно.

Годувати потрібно вручну з інтервалом 2-3 години та давайте більшу кількість корму вночі. Як правило, більша риба їсть першою, ніж менша, що призводить до нерівномірного росту, неправильного використання корму, збільшення витрат корму та посилення канібалізму.

Якщо є бажання отримати хороші показники за допомогою автоматичної годівниці, ми застосуємо одну годівницю на 10-15 м<sup>2</sup> поверхні води. Потрібно стежити за поведінкою риби під час годування. Якщо вдається

підтримувати температуру води в межах 25-27 °С, а потік води забезпечує зміну води у всьому акваріумі 2-3 рази на день, ми отримаємо дуже високий темп росту. Перевагою для старших вікових категорій є те, що тут не виникають хвороби.

Важливою частиною розведення є моніторинг хімічного стану води, тобто рН води, концентрації аміаку та нітритів. Ключовим є підтримка значення рН від 6 до 7,5.

Аміачний азот (TAN = загальний амонійний азот) може досягати значень до 30-40 мг/л, кількість токсичного розчиненого недисоційованого аміаку може досягати 0,5 мг/л (кількість токсичного аміаку збільшується зі збільшенням рН). При високих концентраціях нітритів у риб виникають проблеми з диханням (зміна рибного гемоглобіну на метгемоглобін), толерантність кларієвого сома становить до 4-5 мг нітритів. Для товарних риб концентрація розчиненого кисню у воді не така важлива, як для молодших стадій. Старіші риби можуть витримувати концентрації нижче 0,5 мг O<sub>2</sub>/л.

Для визначення необхідної кількості відповідної вікової групи проводяться наступні розрахунки:

3.2.1.1. Необхідну фінальну кількість кларієвих сомів товарної маси визначаємо, виходячи з потужності господарства та нормативу середньої маси:

$$40\ 000\ \text{кг} : 1,0\ \text{кг} = 40\ 000\ \text{екз.}$$

3.2.1.2. Потребу у кількості кларієвих сомів на початку третього етапу визначаємо, виходячи з кількості фінальної кількості та нормативу виживаності з вирощування:

$$40\ 000\ \text{екз.} : 0,95 = 42\ 105\ \text{екз.}$$

3.2.1.3. Валова маса посадкового матеріалу на початку третього етапу складатиме:

$$42\ 105\ \text{екз.} * 0,15\ \text{кг} = 6\ 320\ \text{кг}$$

Загальний приріст маси за третій етап складатиме:

$$40\ 000\ \text{кг} - 6\ 320\ \text{кг} = 33\ 680\ \text{кг}$$

Тоді необхідна кількість продукційних кормів за умов кормового коефіцієнту 0,9 буде необхідно:

$$33\ 680\ \text{кг} * 0,9 = 30\ 312\ \text{кг}$$

3.2.1.4. Алгоритм розрахунку біофільтра для вирощування на другому етапі

3.2.1.4.1. Розрахунок добового надходження аміаку (TAN). Кларієвий сом дуже швидко росте, тому виділяє багато аміаку. В розрахунках враховується добова кінцева дача корму; 0,05 - коефіцієнт (приблизно 5% азоту від маси корму перетворюється на аміак); 0,92 - коефіцієнт, що враховує вміст білка:

$$\text{TAN}_\text{д} = 30\ 312\ \text{кг} * 0,03 * 0,05 * 0,92 = 41,83\ \text{кг/добу}$$

3.2.1.4.2. Визначення продуктивності біофільтра

Продуктивність біофільтра залежить від площі поверхні завантаження.

Ефективність завантаження: Сучасні завантаження (наприклад, Kaldnes K1) мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Швидкість нітрифікації: У середньому біофільтр очищає 0,4-0,6 г TAN на 1м<sup>2</sup> поверхні за добу.

Таким чином необхідний об'єм завантаження:

$$41830\ \text{г/добу} : 0,5\ \text{г/м}^2/\text{добу} = 83660\ \text{м}^2$$

За умов що будуть використовуватись матеріали Kaldnes K1, що мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, тоді необхідно:

$$83660\ \text{м}^2 : 500\ \text{м}^2/\text{м}^3 = 168\ \text{м}^3$$

3.2.1.5. Аерація: Нітрифікуючі бактерії споживають кисню. Для окиснення 1,0 г TAN потрібно близько 4,6 г O<sub>2</sub>. Аерація в біофільтрі має бути потужною.

Температура: оптимальна для роботи бактерій +27... +28 °С.

3.2.1.6. Барабанний фільтр - перед біофільтром обов'язково встановлюється барабанний фільтр для видалення механічних часток. Якщо не видалити механіку, біофільтр швидко "задихнеться" і перестане працювати.

3.2.1.7. Необхідна кількість площі басейнів для вирощування за густоти посадки 20 екз./л:

$$42\ 105\ \text{екз.} : 1,0\ \text{екз./л} = 42\ 105\ \text{л}$$

Таким чином необхідно басейнів з об'ємом 42,1 м<sup>3</sup> для вирощування сомів на третьому етапі.

3.2.2. Вирощування кларієвих сомів на другому етапі (власне рибопосадкового матеріалу)

Якщо спочатку у нас є мальки вагою 10-15 г, при густоті посадки 2-2,5 екз./л, через 65 днів ми отримаємо рибу із середньою вагою 120-150 г. З резервуара з об'ємом води 2,5 м<sup>3</sup> можна виростити близько 520-700 кг риби. Втрати становлять 2-10% (Намáčková et al., 2007).

У випадку початкової маси одиниці 20-23 г, з резервуара з об'ємом води 2,5 м<sup>3</sup> ми можемо виробити 1200-1250 кг риби із середньою вагою одиниці 165-190 г за 65 днів. Втрати становлять близько 10-15% (Намáčková et al., 2007).

При вирощуванні риби вагою 130-200 г сортування не потрібне, тобто ми розміщуємо рибу в басейни з метою отримання товарної риби, або ж можемо переловити рибу. Найчастіше ми використовуємо резервуари з об'ємом води 3-5 м<sup>3</sup> (Намáčková et al., 2007).

За відповідних кліматичних умов ми можемо пересаджувати рибу у відкриті резервуари, ставки або рибні водойми, найчастіше з червня по серпень. Це дуже успішний метод, який заощадить нам економічні витрати (Намáčková et al., 2007). Існує ризик зниження температури нижче 15-16 °С, що є смертельним для сомів (Adámek and Sukop, 1995).

Для визначення необхідної кількості відповідної вікової групи проводяться наступні розрахунки:

3.2.2.1. Необхідну кількість кларієвих сомів на зариблення у другому етапі визначаємо, виходячи з необхідності та нормативному виходу:

$$42\ 105\ \text{екз.} : 0,9 = 46\ 800\ \text{екз.}$$

3.2.2.2. Валова маса посадкового матеріалу на початку другого етапу складатиме:

$$46\ 800\ \text{екз.} * 0,02\ \text{кг} = 936\ \text{кг}$$

На кінець другого етапу запланована наважка 150 г, тоді валова маса сомів складатиме:

$$42105 \text{ екз.} * 0,15 \text{ кг} = 6320 \text{ кг}$$

Загальний приріст маси за другий етап складатиме:

$$6320 \text{ кг} - 936 \text{ кг} = 5384 \text{ кг}$$

Тоді необхідна кількість продукційних кормів за умов кормового коефіцієнту 1,0 буде необхідно:

$$5384 \text{ кг} * 1,0 = 5384 \text{ кг}$$

3.2.2.3. Алгоритм розрахунку біофільтра для вирощування на другому етапі

3.2.3.3.1. Розрахунок добового надходження аміаку (TAN). Кларієвий сом дуже швидко росте, тому виділяє багато аміаку. В розрахунках враховується добова кінцева дача корму; 0,05 - коефіцієнт (приблизно 5% азоту від маси корму перетворюється на аміак); 0,92 - коефіцієнт, що враховує вміст білка:

$$TAN_{д} = 5384 \text{ кг} * 0,03 * 0,05 * 0,92 = 7,43 \text{ кг/добу}$$

3.2.2.3.2. Визначення продуктивності біофільтра

Продуктивність біофільтра залежить від площі поверхні завантаження.

Ефективність завантаження: Сучасні завантаження (наприклад, Kaldnes K1) мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Швидкість нітрифікації: У середньому біофільтр очищає 0,4-0,6 г TAN на 1м<sup>2</sup> поверхні за добу.

Таким чином необхідний об'єм завантаження:

$$7430 \text{ г/добу} : 0,5 \text{ г/м}^2\text{/добу} = 14\ 860 \text{ м}^2$$

За умов що будуть використовуватись матеріали Kaldnes K1, що мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, тоді необхідно:

$$14\ 860 \text{ м}^2 : 500 \text{ м}^2\text{/м}^3 = 30 \text{ м}^3$$

3.2.2.4. Аерація: нітрифікуючі бактерії споживають кисню. Для окиснення 1,0 г TAN потрібно близько 4,6 г O<sub>2</sub>. Аерація в біофільтрі має бути потужною.

Температура: оптимальна для роботи бактерій +27... +28 °С.

3.2.2.5. Барабанний фільтр – перед біофільтром обов'язково встановлюється барабанний фільтр для видалення механічних часток. Якщо не видалити механіку, біофільтр швидко "задихнеться" і перестане працювати.

3.2.2.6. Необхідна кількість площу басейнів для вирощування за густоти посадки 20 екз./л:

$$46\ 800 \text{ екз.} : 2,5 \text{ екз./л} = 18\ 720 \text{ л}$$

Таким чином необхідно басейнів з об'ємом 19 м<sup>3</sup> для вирощування сомів на другому етапі.

### **3.2.3. Вирощування молоді на ранньому етапі**

В ідеалі для вирощування мальків потрібно використовувати резервуари з об'ємом води від кількох сотень літрів до 1 м<sup>3</sup>. Найкраще використовувати неглибокі круглі резервуари з виходом води, розташованим посередині резервуара. Також можна використовувати прямокутні резервуари з водоподачею на одній з коротших сторін резервуара та водовідведенням на протилежній коротшій стороні (Namáčková et al., 2007).

Через круговий потік води в круглих резервуарах екскременти та залишки корму концентруються в центрі резервуара, тобто відбувається їх відтік з резервуара. У прямокутних резервуарах це явище не відбувається, і резервуари страждають від великої кількості домішок, що погіршує якість води (Namáčková et al., 2007).

Потік води в резервуарі регулюється відповідно до кількості розчиненого кисню у воді. Потік слід встановити таким чином, щоб мальків не зносило до зливної частини акваріума, і вони могли легко брати корм з дна акваріума. Якщо потік води сильніший, ріст риби сповільнюється. Ідеальний потік води можна спостерігати в зливній воді, яка повинна містити насичення киснем близько 45%, що приблизно відповідає загальному водообміну в акваріумі за 2-3 години (Namáčková et al., 2007).

З початку споживання їжі мальки дихають зябрами (перші 3-4 тижні вирощування), і розвивається допоміжний дихальний апарат «лабіринт». Протягом цього періоду ми повинні підтримувати температуру води на тому ж рівні, що й температура води над поверхнею. Якщо температура навколишнього середовища над поверхнею нижча, мальки гинуть. Після цієї стадії розвитку риби можуть дихати як зябрами, так і за допомогою лабіринту. Ми підтримуємо температуру води в межах 25-26 °С. Риби на цій стадії розвитку досягають приблизно 0,4 - 0,6 мг і найчастіше харчуються вночі завдяки рецепторам на кінцях вусів, тому зір у сомів не використовується. Через 3 - 4 тижні риби починають їсти вдень. Під час вирощування також необхідно забезпечити риб тінь в акваріумі, щоб запобігти зайвому скупченню та підвищеному споживанню кисню (Namácková et al., 2007).

На початку ми зазвичай кладемо в акваріум близько 100 - 200 екз./л. У перший тиждень може бути до 300 екз./л. На початку другого тижня мальків необхідно розділити на половину густоти посадки, оскільки мальки виснажують більшу кількість розчиненого кисню з води, тим самим знижуючи ріст і погіршуючи якість навколишнього середовища, що призводить до виникнення бактеріальних захворювань (Namácková et al., 2007).

Протягом першого тижня вирощування ми годуємо мальків щонайменше 5 разів на день. Найбільш прийнятним кормом у перший та другий тижні вважаються науплії артемії *Artemia salina*, завдяки їхній харчовій цінності та зменшенню проблем зі здоров'ям, оскільки через креветок неможливо передавати бактеріальні захворювання чи паразитів і таким чином пошкоджувати мальків. Це дуже цінний корм, який містить 54% азотистих речовин, 10,6% вуглеводів та 14,3% жирів у сухій речовині. Ікра артемії та її вилуплення здійснюється в солоній воді (15-20 г кухонної солі на 1 літр води) і все це за оптимальної температури води 28-29°C та рН води 7,5-8,5 (з використанням соди).

Науплії вилуплюються після 20-30 годин інкубації та здатні жити протягом 2 годин після пересадки з солоної води у прісну. Вилуплені науплії досягають

розмірів 0,2 - 0,4 мм, а 1 г сухої ікри містить близько 250 тисяч частинок артемії (Намáčková et al., 2007).

Мальків сома також можна годувати замороженим або відповідного розміру живим планктоном, який отримують шляхом вилову зі ставків. Розмір зоопланктону збільшується з розміром риби, але головним чином через збільшення розміру рота сома. Використання цього методу годування може ввести різних паразитів, таким чином уникаючи використання замороженого зоопланктону, але уповільнюючи темпи росту риби (Намáčková et al., 2007).

Сьогодні дуже популярні так звані стартові корми для вирощування ранніх стадій риб. Для сома часто використовуються корми для лососевих або корошових видів риб.

Корм повинен містити понад 50% протеїну, а кількість жиру має бути менше 14%.

Перехід на більший розмір стартера повинен відбуватися шляхом поступового включення більшого розміру стартера до кормового раціону, який поступово перевищує кількість дрібнішого стартера. Коли мальки переходять на більшу порцію корму, спостерігається покращення у вирощуванні риби, включаючи наприклад, покращення якості води, чистішу воду, менше осаду на дні акваріума та менший нарост на стінках акваріума. Найкраще підходять корми з низьким рівнем розкладання у воді. Після перших 2-3 днів дуже ефективним є метод «спільного годування», який базується на поєднанні живого корму зі стартовим кормом (Намáčková et al., 2007).

Ранніх мальків годують досхочу. Добова доза корму така, щоб риба могла безперервно споживати корм, а її травний тракт постійно наповнювався. Важливо, щоб споживалося якомога більше корму, а він не осідав на дні акваріума (Намáčková et al., 2007).

Якщо ми годуємо зоопланктоном, ми годуємо всю годівницю в достатній кількості приблизно 3-6 разів на день. Ми годуємо так, щоб риба могла споживати корм навіть вночі. Під час годування живим зоопланктоном ми використовуємо відповідні сітки, щоб більший, неспоживаний зоопланктон міг

виходити, а сітки біля зливу не засмічувалися, тим самим запобігаючи змиванню мальків з вирощувальних резервуарів (Namáčková et al., 2007).

Інтервал годування в перші дні становить приблизно кожні 1-2 години, а на 2-3 тижні ми годуємо кожні 2-3 години. Соми можуть споживати більшу частину корму вночі. Перевагою є використання автоматичних годівниць з таймером, але все ж рекомендується годувати вручну принаймні один раз на день по всій площі акваріума поза зоною годівниці (Namáčková et al., 2007).

Канібалізм дуже добре відомий у цього виду риб, і ми спостерігаємо його вже протягом перших днів вирощування. Ми можемо впливати на рівень канібалізму, надаючи корм.

Регулярно годуючи якісним кормом, ми можемо зменшити канібалізм. Якість корму є одним із дуже важливих компонентів вирощування сомів. Використання неякісного корму та його невеликої кількості призводить до нерівномірного росту риби. При спостереженні за більшою кількістю особин, стадо сортується. Мальки мають масу тіла від 200 до 500 мг протягом цього періоду, і сортування є чутливою, але дуже важливою частиною вирощування для них (Namáčková et al., 2007).

Вирощування мальків від маси 0,2 - 0,5 г до 10 - 15 г залежить від якості виробництва та кількості акваріумів/басейнів. Перед зарибленням у акваріуми важливо відсортувати рибу різного розміру щонайменше на дві групи подібної маси в окремі акваріуми. Близько 30% риб після вирощування протягом трьох тижнів мають вагу, вдвічі більшу за інших риб, ці риби є одними з найкращих нерестових матеріалів для подальшого розведення (Namáčková et al., 2007).

Густота посадки розраховується відповідно до кількості доступних басейнів; періоду вирощування без сортування риби; виробничого циклу, особливо відповідно до кінцевої маси риби, до якої ми хочемо вивести рибу (Namáčková et al., 2007).

Добовий раціон корму залежить від одиничної маси риби та температури води. Мальок вагою 1-10 г не повинен отримувати добову дозу корму більше 6-7% від маси риби; мальок вагою 10-25 г повинен отримувати 6-6,5 г біомаси;

для риби вагою 25-50 г - 5-6% біомаси. Для годування риби вагою до 10-15 г допустимо використовувати конвеєрну стрічку, а для риби вагою більше можна використовувати самогодівниці з вудкою для наживки. Ручне годування в основному займає більше часу. Якщо обирається цей метод, ми повинні планувати дозу корму таким чином, щоб риба отримувала останній корм о 21-22 годині та підтримувати частоту годування через 2-4 години (Namáčková et al., 2007).

Під час годування ми перевіряємо, як поводить ся риба, а також контролюємо кількість неспоживаного корму. Коли припиняється споживання їжі, воду в акваріумі необхідно замінити та провести професійний огляд ветеринаром. Якщо ми спостерігаємо виснажену рибу на фермі, ми змінюємо тип корму (Namáčková et al., 2007).

Густота посадки також має великий вплив на ріст риби. Якщо ми хочемо отримати більшу посадку за короткий час, обирається меншу густоту риби в акваріумах. Ще одним важливим фактором є сортування риби та, таким чином, зниження показників канібалізму. Тому важливо сортувати рибу вагою до 20-30 г кожні два-три тижні. Якщо сортування неможливе, ми повинні розраховувати на високий канібалізм та рибу нерівного розміру. Очищення басейну відбувається під час сортування (Namáčková et al., 2007).

Якщо ми утримуємо рибу в RAS, ми регулюємо потік води відповідно до якості водного середовища. Якщо біологічний фільтр працює належним чином, достатньо міняти воду в акваріумі 3-4 рази на годину. Щодня в системі слід міняти щонайменше 10-15% об'єму води всієї системи (Namáčková et al., 2007).

3.2.3.1. Необхідну кількість кларієвих сомів на зариблення на першому етапі визначаємо, виходячи з необхідності та нормативному виходу:

$$46\ 800 \text{ екз.} : 0,5 = 93\ 600 \text{ екз.}$$

3.2.3.2. Як було визначено вище маса посадкового матеріалу на початку другого етапу складатиме:

$$46\ 800 \text{ екз.} * 0,02 \text{ кг} = 936 \text{ кг}$$

Тоді необхідна кількість стартових кормів за умов кормового коефіцієнту 1,0 буде необхідно:

$$936 \text{ кг} * 1,0 = 936 \text{ кг}$$

### 3.2.3.3. Алгоритм розрахунку біофільтра

3.2.3.3.1. Розрахунок добового надходження аміаку (TAN). Кларієвий сом дуже швидко росте, тому виділяє багато аміаку. В розрахунках враховується добова кінцева дача корму; 0,05 - коефіцієнт (приблизно 5% азоту від маси корму перетворюється на аміак) ; 0,92 - коефіцієнт, що враховує вміст білка:

$$TAN_d = 936 \text{ кг} * 0,02 * 0,05 * 0,92 = 0,86 \text{ кг/добу}$$

### 3.2.3.3.2. Визначення продуктивності біофільтра

Продуктивність біофільтра залежить від площі поверхні завантаження.

Ефективність завантаження: Сучасні завантаження (наприклад, Kaldnes K1) мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Швидкість нітрифікації: У середньому біофільтр очищає 0,4-0,6 г TAN на 1м<sup>2</sup> поверхні за добу.

Таким чином необхідний об'єм завантаження:

$$860 \text{ г/добу} : 0,5 \text{ г/м}^2\text{/добу} = 1720 \text{ м}^2$$

За умов що будуть використовуватись матеріали Kaldnes K1, що мають площу поверхні близько 500-800 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, тоді необхідно:

$$1720 \text{ м}^2 : 500 \text{ м}^2\text{/м}^3 = 3,5 \text{ м}^3$$

3.2.3.4. Аерація: Нітрифікуючі бактерії споживають кисню. Для окиснення 1,0 г TAN потрібно близько 4,6 г O<sub>2</sub>. Аерація в біофільтрі має бути потужною.

Температура: Оптимальна для роботи бактерій +27... +28 °С.

3.2.3.5. Барабанний фільтр. Перед біофільтром обов'язково встановлюється барабанний фільтр для видалення механічних часток (фекалій, залишків корму). Якщо не видалити механіку, біофільтр швидко "задихнеться" і перестане працювати.

3.2.3.6. Необхідна кількість площі басейнів для вирощування за густоти посадки 20 екз./л:

$$93 \text{ 600 екз.} : 20 \text{ екз./л} = 4 \text{ 680 л}$$

Якщо цифру заокруглити в сторону збільшення, то необхідно 5 м<sup>3</sup> для вирощування сомів на першому етапі

Необхідні матеріальні ресурси та обладнання для ферми продуктивністю 40 тонн африканського сома:

Таблиця 3.1.

### Розрахункові матеріальні ресурси та обладнання

№	Показники	Етапи вирощування		
		перший	другий	третій
1	Чисельність поголів'я на початок етапу, екз	93600	46800	42105
2	Корми, кг	936	5384	30 312
3	Об'єм басейнів для вирощування, м <sup>3</sup>	5	19	42,1
4	Об'єм біофільтра, м <sup>3</sup>	3,5	30	168
5	Резервуар накопичувач води 20 м <sup>3</sup>	1		
6	Збирач білкової плівки з поверхні води	у кожен басейн	у кожен басейн	у кожен басейн
7	Автогодівниці	у кожен басейн	у кожен басейн	у кожен басейн
8	Басейни відстійники по 5-6 м <sup>3</sup>	1	2	2
9	Насоси потужністю 1,5 kW та продуктивністю 1450л/год	2	2	2
10	Рибоводний інвентар та обслуговування басейнів	+	+	+
11	Барабанний фільтр	1	1	1
12	Компресор	+	+	+

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Ефективність - це складна економічна категорія, де проводиться оцінка здатності рибного господарства отримувати прибуток за рахунок раціонального використання різноманітних ресурсів (корми, електроенергія, трудові ресурси, вода тощо) з урахуванням стабільної реалізації рибної продукції. В сукупності економічна ефективність вказує на найважливіший аспект діяльності підприємства - його результативність. Загалом ефективність вирощування риби визначає, господарську раціональність у використанні ресурсів з метою отримання максимально можливого обсягу доходу з мінімальними витратами.

Узагальнюючим показником економічної діяльності рибогосподарського підприємства є показник рентабельності, що визначає його прибутковість. Рентабельність формується шляхом зіставлення валового доходу від продажу риби або прибутку з витратами на її вирощування.

До основних елементів витрат за проектованої технології вирощування кларієвого сома відносять:

- витрати на закупівлю рибопосадкового матеріалу;
- витрати на матеріальні засоби, зокрема корми мінеральні та органічні добрива;
- витрати на енергоносії та паливо–мастильні матеріали;
- амортизація;
- витрати на оплату праці;
- інші операційні витрати.

До матеріальних витрат належить продукція, що використовується підприємством у процесі рибогосподарської діяльності. До них належать витрати на корми, рибопосадковий матеріал або витрати на закупівлю плідників, заплідненої ікри, паливно–мастильні матеріали, добрива, біопрепарати та ветеринарні препарати, запасні частини, придбання

обладнання, інструменту, пристроїв та інших засобів і предметів праці для забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям, захисними засобами.

Розрахунки витрат на закупівлю рибопосадкового матеріалу проводяться з урахуванням необхідної кількості поголів'я у господарстві та ціни.

Для отримання 40 т кларієвого сома вагою 1 кг при виживанні 85% потрібно посадити на вирощування 47 тис. екз.

При середній закупівельній масі посадкового матеріалу 15 г (0,015 кг).

$M \text{ посадка} = N \text{ екземплярів} \times W \text{ посадка,}$

$47000 \text{ екз.} \times 0,015 \text{ г} = 705 \text{ кг.}$

Вартість 1 кг мальків кларієвого сома становить – 250 грн. Таким чином  $705 \text{ кг} \times 250 \text{ грн} = 175250 \text{ грн.}$

Корми складають найбільшу статтю витрат при вирощуванні кларієвого сома.

За умовами підгодівлі стартовим кормом 15 діб при згодовуванні 7% від маси тіла господарству потрібно придбати 740 кг стартового корму

Підгодівля стартовим кормом Aller Aqua є найдорожчим етапом годівлі так, як корм містить високий вміст протеїну (48–55%) і його вартість складає 450 грн/кг. Таким чином господарство витратить на закупівлю стартових кормів 333 тис. грн. ( $740 \text{ кг} \times 450 \text{ грн}$ ).

На наступному етапі вирощування підгодівля здійснюватиметься продукційними кормами спочатку дрібними гранулами. По мірі росту риби фракції гранул збільшуються.

Продукційний корм для кларієвого сома — це корм, який використовують на етапі товарного вирощування (від 80–100 г до забійної маси 0,8–1,5 кг). Він відрізняється від стартових і ростових кормів нижчим відсотком протеїну, більшим гранулюванням і оптимізованою енергетичною цінністю. Для кларієвого сома FCR зазвичай складає 1,1. Тобто для приросту 1 кг риби потрібно 1,1 кг корму.

$\text{Вага корму} = 38\text{т} \times 1,1 = 41,8 \text{ т.}$  Вартість кому =  $41,8 \times 55 \text{ тис. грн} = 2299000 \text{ грн.}$

Інші витрати 30% від вартості кормів, тобто 687000 грн.

Загальні витрати на вирощування 40 т кларієвого сома складають: 3494250 грн.

$$(175250 \text{ грн} + 333000 \text{ грн} + 2299000 \text{ грн.} + 687000 \text{ грн.}). \text{ Собівартість 1 кг} \\ = 3494250 \text{ грн} : 40000 \text{ кг} = 98,73 \text{ грн.}$$

Виручка від реалізації: 1 кг кларієвого сома складає 150 грн, таким чином виручка від реалізації 40 т становитиме 6000000 грн.

Прибуток складе 2505750 грн (6000000 грн – 3494250 грн).

Рентабельність = Прибуток : Загальні витрати x 100%

$$2505750 : 8800000 \times 100\% = 28,47\%.$$

## ВИСНОВКИ

Африканський кларієвий сом є перспективним об'єктом сучасної індустріальної аквакультури у зв'язку зі своїми продуктивними якостями та технологічними перевагами, що дозволяють утримувати його в УЗВ зі зниженими витратами (толерантність до нестачі розчиненого кисню та забруднення води, хороша переносимість високої густоти посадки).

1. В даній роботі спроектована рециркуляційна система аквакультури для вирощування 40 тонн кларієвого сома, що забезпечує оптимальні умови для утримання риби на всіх етапах технологічного циклу вирощування товарної риби.

2. Розрахунок басейнового фонду показав необхідність забезпечення басейнів загального об'єму 66,1 м<sup>3</sup>.

3. Система водопідготовки та очищення води в РАС включає 3 механічні фільтри барабанного типу, об'єм біофільтрів з завантаженням – 201,5 м<sup>3</sup>

4. Чисельність поголів'я кларієвого сома на початковому етапі складає 93600 екз.

5. Економічні розрахунки свідчать про інвестиційну привабливість проекту: рентабельність виробництва – 28,47%.

6. Розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки відповідають чинним нормативним вимогам та забезпечують безпечні умови праці для персоналу господарства

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Adamek, J. 2001. Sum afrykanski – Technologia chowu. Instytut Rybactwa Srodladowego , Olsztyn, 50s.
2. Adámek, Z 1994: Letní chov tilápie a sumečka afrického v rybnících. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 43: 12s.
3. Berka. R, 1988: Ryby známé i neznámé: Africký sumeček. Rybníkářství č. 3, s. 81 –83
4. Brzuska, E., Kouřil., J., Stupka, Z., Bekh, V., 2004. The application of/D-Tle6 , ProNHEt9 /mGnRH (Lecirelin) with the dopaminergic inhibitor metoclopramide to simulate ovulation in African catfish (*Clarias gariepinus*) . J.Cz. Anim.Sci., 49 (7): 303-312.
5. Brzuska, E. 2001: Artificial spawning of European catfish *Silurus glanis* L.: differences between propagation results after stimulation of ovulation with carp pituitary and Ovopel. Aquacult. Res., 32: 11-19 s.
6. Canpertier, P. – Billard, R. 1987: Conservation a court terme des gametes de Salmonidés a des températures voisines de 0 °C. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 18, č. 4, s. 1083-1088.
7. Cytowska, S a kol. 1973: Studies on the salmonid eggs fertilization delayed in realtion to the spawning . Acta Ichtyol . Pisci., 40, s. 179-184.
8. De Leew, R., Goos, Th.J.H., Richter J.J.C., Eding, H.E., 1985: Pimozide – LHRHa induced breeding of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). Aquaculture, 44:295- 302.
9. Ginsburg, A. S. 1968: Oplodotvorenije u ryb i problema polispermiji. Moskva, Nauka, s 89- 94.
- 10.Hamáčková, J., Kouřil, J., Masár, J., Turanský, R., 2007: Technologie chovu keříčkovce jihoafrického - sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 79: 19s.
- 11.Hanel, L., Novák, J., 2004. České názvy ťivočichů V. Ryby a rybovití obratlovci (Pisces) 4. – tetry (Characiformes), sumci (Siluriformes). Národní muzeum (zoologické oddělení), Praha, 171s. Hogendoorn, H., 1977. Progres in the controled propagation of *Clarias lazera* (Cuvier and Valenciennes ). Actes de Coloques du C.N.E.X.O., 4: 123-130.
- 12.Hogendoorn, H., Vismans, M. M., 1980. Controled propagation of the African catfish, *Clarias lazera* (C. and W.). II. Artificial reproduction. Aquaculture, 21: 39- 53. - 45 - Jensen, J. O. T. 1984:

13. Solomon S. G., Okomoda V. T. Effects of photoperiod on the haematological parameters of *Clarias gariepinus* fingerlings reared in water recirculatory system // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 2012. Vol. 8, № 3. P. 247—246..
14. Kolářová, J. Velíšek, J. Nepejchalová, L. Svobodová, Z. Kouřil, J. Hamáčková, J. Máchová, J. Piačková, V. Hajšlová, J. Holadová, K. Kocourek, V. Klimánková, E. Modrá, H. Dobšíková, R. Groch, L. Novotný, L. 2007: Anestetika pro ryby. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 77: 19s.
15. Kouřil, J., Kvasnička, P., Hamáčková, J., Chábera, V. 1981: Reprodukční vlastnosti lína z hlediska umělého výtěru. In: Berka, R., Kouřil, J. (red.): Sb. Reprodukce, genetika a hybridizace ryb, Slovenská zool. spol. - ichtyologická sekce, Vodňany, s. 111-119.
16. Kouřil, J., Hamáčková, J., Barth, T., 1992: Indukce ovulace jikernaček sumečka afrického (*Clarias gariepinus*) pomocí analogu GnRH, dopaminergního inhibitoru isofloxythepinu a kapří hypofýzy. Sb. z konf. Ichtologickej sekcie Slovenské zoologickej spoločnosti při SAV. Bratislava, s. 81-85.
17. Kouřil, J., Hamáčková, J., Hulová, I., Barthová, J., 1999: Hormonální indukce ovulace u kapra pomocí čištěného extraktu kapří hypofýzy. Edice metodik VÚRH Vodňany, č. 61 : 4 s.
18. Kouřil, J., Barth, T., Hamáčková, J., 2006a: Hormonálně indukovaná umělá reprodukce ryb. In: Sb. Konf. Biotechnologie, České Budějovice.: 3 s.
19. Kouřil, J., Podhorec, P. Švinger, V., 2009: Hormonálně indukovaná umělá reprodukce ryb. Sborník referátů konference s mezinárodní účastí, Brno 2. a 3. Prosince 2009, 185s.
20. Legendre, M., Teugels, G. G., Canty, C., Jalabert, B., 1992. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840, and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). J. Fish Biol., 40:59-79.
21. Lindroth, A. 1946: Zur Biologie der Befruchtung und Entwicklung beim Hecht. Meddn. St. Undersokn. Forsoksanst. Sotvattensfisket, 24, s. 1-173.
22. Linhart, O. – Pokorný, J. 1984: Hodnocení čerstvého spermatu ryb. Edice metodik, VÚRH Vodňany, č. 14, 13 s.
23. Linhart, O. 1984 : Uchování jikera a embryí některých druhů ryb. Buletin VÚRH Vodňany 20(4): 22–30.
24. Linhart, O. 1987 : Krátkodobé uchovávání neoplozených jiker některých druhů ryb. Buletin VÚRH Vodňany (4): 21–30.
25. Linhart, O., Gela, D., Rodina, M., 2001: Umělý výtěr sumce velkého s využitím enzymu při odlepkování jiker. Edice Metodik, VÚRH Vodňany, č.70, 10 s.
26. Masár, J., Turanský, R., Krupka, I., 1998 : Možnosti zavedenia umělého chovu sumca nilského u nás. Slovenský chov, 1: 29.

27. Okada, S. – Ishikawa, Y. – Kimura, G. 1956: On the viability of the sperm and the egg left in the dead body of dog-salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum). Sci. Res. Hokkaido Fish Hatch., 11, s. 7-17.
28. Pokorný, J., Lucký, Z., Lusk, S., Pohunek, M., Jurák, M., Štědronský, E., Prášil, O., . 2004. Velký encyklopedický rybářský slovník. Fraus, Plzeň, 649s.
29. Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliott, J. A. K., Hudson, D. L. 1984 : The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout *Salmo gairdneri* R. Aquaculture 43, 313–322.
30. Viveen, W.J.A.R., Richter C.J.J., van Oordt, P.G.W.J., Janssen, J.A.L., Huisman E.A., 1986: Practical manual for the culture of the African catfish *Clarias gariepinus*, (Burchell 1822) 2nd ed. Directorate General International Cooperation of the Ministry of Foreign affairs, Hague, The Netherlands. 112 s.