

Факультет ветеринарної медицини
та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та
аквакультури
Кваліфікаційна робота на правах
рукопису

Яремчук Артем Олегович

УДК:633.88:504

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДНОГО МАТЕРІАЛУ
АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОКЛЕШНЕВОГО РАКУ (CHERAX
QUADRICARINATUS) В УСТАНОВЦІ ІЗ ЗАМКНУТИМ
ВОДОВИКОРИСТАННЯМ

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Керівник роботи:

Федючка Микола Ілліч

канд. с.-г. наук, доцент

Житомир -2025

АННОТАЦІЯ

Яремчук А.О. – кваліфікаційна робота на тему: «Розробка технології вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклешневого рака в УЗВ.»-на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю «Водні біоресурси та аквакультура» - Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В роботі дана оцінка про вихід молодих раків та динаміку її розмірно-вагової характеристики. Вивчено оптимальні температурні режими та щільності посадок при перспективному вирощуванні посадкового матеріалу. Вивчено та технічно розраховано умови для проектування УЗВ, надано економічну оцінку при вирощуванні посадкового матеріалу червоноклішневого рака в циркуляційних установках.

Ключові слова: аквакультура, гідробіонти, австралійський червоноклешневий рак, водні ресурси, комбікорм, споживання кисню, азотний обмін.

ANNOTATION

Yaremchuk A.O. – qualification work on the topic: “Development of technology for growing Australian red-claw crayfish planting material in UZV.”-on the rights of the manuscript.

Qualification work for the degree of “Bachelor” in the specialty “Aquatic Bioresources and Aquaculture” - Polesie National University, Zhytomyr, 2025.

The work provides an assessment of the yield of young crayfish and the dynamics of its size and weight characteristics. The optimal temperature regimes and planting densities for prospective cultivation of planting material have been studied. The conditions for designing UZV have been studied and technically calculated, an economic assessment has been provided for the cultivation of red-claw crayfish planting material in circulation installations.

Keywords: aquaculture, hydrobionts, Australian red-claw crayfish, water resources, compound feed, fly larvae, oxygen consumption, nitrogen metabolism.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Установки із замкнутим водовикористанням (УЗВ) в аквакультурі.....	8
1.1.1 Принципи роботи УЗВ.....	8
1.1.2. Особливості циркуляційних установок для ракоподібних.....	12
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	17
2.1. Місця проведення та загальноприйняті схеми дослідження.....	17
2.2. Вивчення впливу температурних показників води на результат при вирощуванні молодих раків.....	17
2.3. Визначення фізіологічних показників.....	18
2.4. Вивчення впливу щільності посадок на результат при вирощуванні молодих раків.....	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
3.1. Якість циркулюючої води.....	21
3.2. Температурний вплив води на результат при вирощуванні молоді.....	26
3.3. Потреби кисню та обмін азоту.....	29
3.3.1 Витрати кисню об'єктами дослідження.....	29
3.3.2. Виділення амонійного азоту.....	30
3.4. Вплив щільності посадки, та її вплив на результат вирощування молодих раків.....	32
3.5. Біотехнічні розрахунки.....	34
3.6. Розрахунок економічних показників.....	37
ВИСНОВКИ.....	40
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	43

ВСТУП

Актуальність теми. За останні роки в світовій аквакультурі активувався розвивиток, безпосередньо збільшувалась своя частка у загальне виробництво гідробіонтів. В даний час більше 48,1% спожитої рибопродукції вирощується в аквакультурі. В сферах споживання відбуваються розширення спектрів делікатесного видового різноманіття гідробіонтів. М'ясо видів ракоподібних є джерелом повноцінного білку, жиру та цілим спектром необхідним для організму людини мікроелементами та груп з вітамінами. Частина ракоподібних з виробництва в світовій аквакультурі становить 23,2%, в тому числі – 700 тис. тонн морського вилову (FAO, 2012).[2.18]

Ракоподібні, це групи гідробіонтів, технологія виробництва яких в неприродних умовах ще розробляється а видовий спектр ракоподібних в аквакультурі постійно розширяється.

Представником нового виду в тепловодній аквакультурі ракоподібних є австралійський червоноклішневий рак (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868)). Виходячи, з того що в порівнянні до багатьох інших ракоподібних австралійський червоноклішневий рак характеризувався високим швидкісним зростанням, невибагливий до умов утримання, а найголовне – відносно низькою агресивністю та проявом канібалізму.

За багато років розвитку аквакультури ракоподібних в Україні ґрунтується на розведенні аборигенних видів річкових раків, в основному широкопалого *Astacus astacus* та довгопалого (вузькопалого) *Astacus leptodactylus*. [36]

Червоноклішневий рак лише недавно появився на території України як новий об'єкт аквакультури та акваріумістики. Проводилась робота з відпрацюванням його при вирощуванні в умовах південної України з використанням комбінованих технологій в басейні та ставках.

В умовах нашої країни виділено три можливі напрямки з вирощуванням червоноклішневого рака:

- в ставках півдня України;

- в ставах, садках та басейнах на теплій воді енергетичного об'єкту в літній час;
- в УЗВ - повний рік.

В даному випадку всі ці напрямки пов'язують з використанням УЗВ для утримування виробництва в зимовий період, проводиться нерест, інкубація та вирощується молодь. Вивчаються рибоводно-біологічні особливості, відпрацювання основного біотехнічного принципу та створюються технології по відтворенню австралійського червоноклішневого рака в штучних умовах із використання установок замкнутого водопостачання – є актуальним.

Мета дослідження— вивчити основи біотехнічних параметрів при вирощуванні посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого рака в умовах замкнутого водопостачання.

Відповідно до цієї мети поставлено такі завдання:

1. Вивчаємо якість морфо-біологічних особливостей, товарних якостей статевозрілої особини;
2. Оцінюємо відсоток виходу молодих особин, та розвиток її розмірно-вагової характеристики;
3. Вивчаємо впливи температурних показників води на швидкість зростання молодих особин;
4. Визначаємо кількість виділеної молоддю амонійного азоту та споживаного розчиненого кисню;
5. Встановлюємо оптимально щільну посадку молоді при вирощуванні посадкового матеріалу;
6. Формулюємо рекомендовані пропозиції для проектування УЗВ для вирощування посадкового матеріалу;

7. Дати економічну оцінку вирощування посадкового матеріалу за умов УЗВ.

Наукова новизна. Вперше за умов замкнутих систем водовикористання вивчено морфо-біологічний показник статевозрілої особини австралійського червоноклішневого рака, вміст білку та вуглеводів в складі гемолімфи, біохімічний склад та відсоток виходу м'яса. Дано оцінку виходу молоді та динаміку її розмірно-вагової характеристики. Визначені оптимальні температурні показники та щільності посадки при ефективному вирощуванні посадкового матеріалу.

Теоретична та практична значимість. За результатами дослідів було сформульовано основних біотехнічних засад при вирощуванні посадкових матеріалів австралійського червоноклішневого рака в установках замкнутого водовикористання. Вивчено та технічно розраховано умови для проектування УЗВ, надано економічну оцінку при вирощуванні посадкового матеріалу червоноклішневого рака в циркуляційних установках.

Положення, що виносяться на захист:

1. Морфологічна особливість та товарна якість статевозрілості особин австралійського червоноклішневого рака;
2. Проміри кисневої потреби та азотний обмін молодих особин, що дозволяє правильне проектування систем життєзабезпечення;
3. Оптимальні температурні режими та щільності посадки вирощуваного посадочного матеріалу.
4. Техніко-економічна характеристика показників при вирощуванні матеріалу посадки австралійського червоноклішневого рака.

Методологія та методи дослідження. За час проведення дослідження використовували рибоводно-біологічні методи постановки експерименту, застосовували гідрохімічні, біохімічні, біотехнічні методи досліджень відповідно до загальноприйнятої методики та міждержавними стандартами та застосовували сучасне лабораторне обладнання.

Для проведення досліджень використовували 8 циркуляційних

систем з акваріумами об'ємом по 100-200 літрів, та незалежна система терморегуляції при механічному та біологічному очищенні води.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Установки із замкнутим водовикористанням (УЗВ) в аквакультурі

1.1.1. Принципи роботи УЗВ

В нашому світі бурхливий розвиток отримала індустріальна аквакультура, яка застосовує високу щільність посадок гідробіонтів, і досягає дуже високого виходу її на одиницю об'єму чи площі. В такому випадку найвищою формою розвитку індустріальної аквакультури є виробництво риби та інших гідробіонтів в установках із замкнутим водовикористанням (скорочено УЗВ). При експлуатації подібних установок досягали повної незалежності виробничих процесів від природно-кліматичних умов, а також його безперервність незалежно від пори року. Завдяки цьому з'являється можливість вирощування будь-яких видів гідробіонтів у всіх кліматичних зонах світу.

Оптимізація абіотичних факторів довкілля гідробіонтів у замкнутих системах дозволяє в 3-6 разів скоротити час їх вирощування, дозрівання виробників та формування маткових стад, цілий рік отримувати життєстійку молодь та великий посадковий матеріал для зариблення штучних та природних водойм. Одночасно досягається висока виживання об'єктів, що вирощуються, забезпечується локалізація і запобігання масовим захворюванням.[6.21]

Використання надщільних посадок (риби - до 200 шт./м³ і вище) дозволяє досягати в 1000-2000 разів більшу рибопродуктивність порівняно з ставковими господарствами і, відповідно, скорочувати площу, що займає, і трудовитрати на одиницю продукції.

З'являється можливість використовувати для створення рибоводних господарств малопотужні вододжерела, скорочуючи водоспоживання у 160 разів. При цьому відповідно зменшується або повністю припиняється скидання стічних вод рибоводних підприємств.

На основі рибоводних установок можна створювати штучні екосистеми (Кисельов, Коваленко, Борщів та ін, 1997), що включають вирощування

гідробіонтів та утилізацію продуктів їх життєдіяльності. Важливою перевагою порівняно з традиційними формами аквакультури є компактність таких агрогідроекосистем, що дозволяє розміщувати їх у будь-якій кліматичній зоні у безпосередній близькості від споживачів – великих міст, де відчувається дефіцит земельних та водних ресурсів.

Сучасні методи використання УЗВ в аквакультурі передбачають можливість їх експлуатації не лише в цілорічному режимі, а й для здійснення окремих етапів життєвого циклу гідробіонтів. Зокрема раннього отримання молоді та великого посадкового матеріалу для подальшого їх використання при зарибленні садків та ставків. Такий метод отримав назву «комбінованого вирощування». Біологічний ефект даної комбінації технологій забезпечується безперервністю процесу вирощування у створюваних оптимальних умовах та за рахунок максимально повного використання сприятливих сезонних умов у відкритій системі садкового та ставкового рибництва. [7.32]

Вода, що використовується в аквакультурі, залежно від своєї вихідної якості, може проходити хімічну, механічну та біологічну очистку, доводиться до оптимальної температури, насичується киснем, проходить через бактерицидні установки. У складі УЗВ зазвичай використовують механічне та біологічне очищення води.

Механічний фільтр служить при грубій очистці води при нерозчинних домішках великих та середніх фракцій. Механічний фільтр не тільки очищає воду, а й служить захисним бар'єром для біофільтру.

Біологічний фільтр застосовується до створення довкілля мікроорганізмів, що у природному кругообігу речовин водойми.

Біофільтр є проточною ємністю, наповненою завантажувальним матеріалом: камінцями, керамзитом, полімерною крихтою або інші види нейтральні до води елементи неправильних форм. Біля поверхні та на поверхні елементів живе багато мікроорганізмів, що активно поглинаються та розкладаються розчинені у воді продукти життєдіяльності риб, насамперед розчинені органічні речовини, амонійний азот та нітрити.

Проміжний бак служить для домішування з свіжою водою, що компенсується при випаровуванні. Різні хімічні добавки, застосовувані для підтримки гідрохімічного балансу води, також вводяться цьому вузлі.

Установки знезараження і насичення води киснем монтуються безпосередньо перед басейном.

Оборотна вода, що надходить у рибоводні ємності, повинна відповідати вимогам.

Багаторічні та численні дослідження у сфері створення та експлуатації замкнених систем дозволили сформулювати основні принципи та послідовність здійснення технологічних операцій водопідготовки, вимоги до складу необхідного обладнання в УЗВ та типові схеми його послідовного розташування.

Типова послідовність здійснення технологічних операцій водовикористання включає:

1. Розміщення та утримання гідробіонтів у рибоводних ємностях (інкубаційні апарати, акваріуми, лотки, басейни), у яких здійснюються всі рибоводно-технологічні операції.

2. Первинне механічне очищення (відстійники, фільтри), призначене для видалення води, що витікає з рибоводних ємностей, завислих речовин (головним чином екскрементів та залишків не з'їденого корму).

3. Біологічна очистка води (аеротенки, біофільтри, денітрифікатори та ін.) призначена для очищення води від розчинених органічних та азотних забруднень.

4. Вторинна механічна очистка (відстійники, фільтри) призначена для очищення води від завислих речовин, головним чином надлишкового або відмираючого активного мулу, що утворюється і біоочищення, що виноситься з споруд;

5. Терморегуляція для регулювання та підтримання заданої температури оборотної води. Як правило, це її підігрів, проте для холодноводних УЗВ використовуються водяні охолоджувачі.

6. Бактерицидна обробка оборотної води (УФ-опромінення, озонування та ін) призначена для зниження рівня бактеріального забруднення циркулюючої води. Як правило, використовується в інкубаційних системах, при вирощуванні молоді та посадкового матеріалу. При товарному вирощуванні часто немає, хоча її наявність бажано.

7. Насичення води атмосферним (аерація) чи чистим (оксигенація) киснем. Найважливіша умова при вмісті гідробіонтів в промислових умовах з високою щільністю посадки.

8. Перекачування оборотної води (насоси, ерліфти) необхідна для здійснення послідовного безперервного переміщення оборотної води по всіх вищезгаданих елементах системи, що забезпечує виконання перерахованих вище функцій і в результаті - нормальну життєдіяльність культивованих гідробіонтів.

9. Накопичення оборотної води у спеціальній ємності, необхідної для забезпечення живлення насоса та виконання деяких інших допоміжних функцій (наприклад, прийому підживлювальної води, регулювання рН, солоності та ін.). За наявності у системі циркуляції кількох точок встановлення насосів відповідно збільшується і кількість накопичувальних ємностей.

Залежно від функціональних завдань, що стоять перед конкретною системою циркуляції, при необхідності вона може доповнюватись відповідним допоміжним обладнанням. [9]

Іноді одна споруда може поєднувати в собі кілька функцій. Наприклад, аероліфт – перекачування та аерацію води, споруди біологічного очищення конструктивно поєднуються з вторинним відстійником, а у відстійниках можуть розташовуватися терморегулюючі пристрої. Іноді накопичувач води може бути одночасно рибоводною ємністю для товарного вирощування.

Правильність підбору та розміщення основного та допоміжного обладнання є запорукою ефективної експлуатації всієї рибоводної циркуляційної системи в цілому.

1.1.2. Особливості циркуляційних установок для ракоподібних

В основному у світовій аквакультурі ракоподібні циркуляційні установки використовуються для утримання виробників та підрощування молоді з метою штучного відтворення їх природних запасів, або подальшого товарного вирощування в умовах ставків.

Найчастіше для утримання ракоподібних використовують звичайні рибоводні установки. Прикладом можуть служити установки для отримання і підрощування личинок риб і ракоподібних, розроблені або використовувалися для культивування креветок. .

Як правило, установки для ракоподібних містять стандартний набір обладнання: ємності для культивування, циркуляційні насоси, біофільтр, блок механічного очищення, терморегулятор та аераційний (оксигенаторний) пристрій. Іноді установки доповнюються пристроями для здійснення фізико-хімічних методів водопідготовки (озонатори, ультрафіолетові опромінювачі, іонообмінники тощо).

Зокрема, установка з рециркуляцією води для вирощування личинок, складалася з довгого басейну об'ємом 5 м з U-подібним дном, механічного фільтра і біофільтра. Механічний фільтр – фанерний ящик об'ємом 0,455 м³, заповнений шаром піску в 10 см. Фільтр має систему подачі води натиском. Біофільтр є ящиком об'ємом 0,5 м³, який розділений на відсіки, заповнені шматочками коралів діаметром 3-5 см. Вода з басейнів самотпливом надходить у механічний фільтр, а потім насосом подається в біофільтр. Аерація та перемішування води в басейні здійснюють за рахунок подачі повітря через розпилювачі.

Інша установка із замкнутим циклом водовикористання для підрощування молоді та вмісту маточного стада креветки складається з лотків, з'єднаних системами труб водоподачі та водовипуску, механічного фільтра, біологічного гравійного фільтра з розміром фракції 5-7 мм, циркуляційного насоса, водонагрівача з терморегулятором. Аерація

оборотної води здійснюється в кожному лотку за рахунок водоподаючих флейт і за допомогою компресорів. Як укриття для линяючих особин використовували конструкції з вертикальних та горизонтальних полиць.

Протягом кількох років для утримання виробників, отримання посадкового матеріалу раків та проведення з ними експериментальних робіт використовували ряд циркуляційних модульних установок, що включають рибоводні басейни, відстійник, механічний фільтр, біологічний фільтр занурювального типу з керамзиту різних фракцій, циркуляційні насоси (Колмиків, 9, 2004). Дані установки мали обмежений термін безперервної роботи через періодичне засмічення субстрату, що використовується в біофільтрі, і необхідності його промивання. [11.23]

Використання для утримання звичайних ракоподібних рибоводних басейнів можна пояснити відсутністю спеціалізованого обладнання для ракоподібних. Разом з тим, біологічні та біотехнічні основи їх культивування мають свою яскраво виражену специфіку порівняно з вирощуванням риби та при створенні циркуляційних систем її слід враховувати.

На відміну від риб та деяких інших гідробіонтів, при зростанні тіла ракоподібні мають стрибкоподібний характер. Це з тим, що вони мають зовнішній скелет – панцир. В період росту тіла ракоподібного збільшуються, панцир стає тісним і особини його скидають. Відбувається так зване линяння – це особливий період у житті особин, в момент якого в організмі тварини протікають складні гормональні та біохімічні зміни, пов'язані з підвищеними енергетичними витратами. При цьому в період між линьками їх розміри залишаються незмінними, а змінюються під час періодичних линок. Після линьки на протязі кількох годин раки не мають жорсткого панцира і є абсолютно беззахисними, є легкою здобиччю своїм родичам. Ситуації ускладнюються тим, що линяють особини індивідуально а не синхронно, що підвищує ймовірність канібалізму, особливо при підвищених щільностях посадок ракоподібних в індустріальні виробничі умови.

Канібалізм є однією з основних важливих відмінностей, з якого

впливають всі наступні технологічні особливості культивування ракоподібних в УЗВ. Основним фактором, що лімітує щільність посадки (а, отже, і продуктивність) при штучному вирощуванні риби може бути рівень кисню та рівень накопичених забруднених речовин, що виділяється, то при вмісті ракоподібних проблеми канібалізму виходять на перший план і, в кінцевому рахунку, визначають біопроодуктивність ємності. [4.26]

В зв'язку з цим щільність посадки раків (і, відповідно, біопродукція) нижчі, ніж у рибоводній ємності на два порядки ($0,5-2 \text{ кг/м}^3$ проти 100 кг/м^3) навіть за умови здійснення спеціальних заходів, спрямованих на зниження канібалізму.

Однією з особливостей створення замкнутих систем для ракоподібних є необхідність застосування ємностей з великою площею дна за їхньої мінімальної глибини. Це дозволяє найбільш раціонально та продуктивно використовувати не лише площу, а й обсяг басейнів. Однак при дотриманні цього правила, створення господарства індустріального типу з промислово значущим обсягом виробництва ракоподібних вимагає великих виробничих площ для їх розміщення в приміщенні, що опалюється. З метою скорочення та ефективного використання обсягу виробничих приміщень, ємності для утримання ракоподібних доцільно розміщувати один над одним відповідно використовуючи гідравлічну систему циркуляції води вертикального типу.

Другою особливістю установок для утримання ракоподібних є відносно невелика витрата води, що циркулює, оскільки максимально можлива біомаса гідробіонтів у басейнах відносно велика. Відповідно, не потрібно підтримувати високий водообмін для забезпечення особин, що вирощуються, достатньо підтримувати потрібну кількість кисню і винесення забруднень, що накопичуються. Це дозволяє застосовувати циркуляційні насоси малої продуктивності, та трубопроводи меншого діаметра, скорочуючи експлуатаційні та капітальні витрати.

Третьою особливістю є необхідність оксигенації циркулюючої води, тобто, використання спеціального кисневого обладнання, оскільки для її

насичення киснем цілком достатньо звичайних засобів аерації рівня 100% насичення від нормального.

Четверта особливість – невисока кількість забруднень, що виділяються в загальному потоці очищуваної оборотної води, що дозволяє в сукупності з невеликою витратою циркулюючої води значно (в 100 разів) скоротити об'єм апаратів водопідготовки щодо об'єму басейнів. У свою чергу, це веде до зниження витрати підживлювальної води та витрат на підтримку в системі заданого температурного режиму.

З метою зниження впливу канібалізму на результати вирощування, в басейнах розміщують різні типи укриттів у вигляді сіток, обрізків труб, інших предметів, які дозволяють ховатися особинам, що полиняли, від своїх родичів. [8.35]

Дослідженнями встановлено, що поверхня укриттів, поміщених у виростні ємності, інтенсивно обростає біологічною плівкою, яка починає виконувати функцію очищення води.

Враховуючи невисокі, порівняно з рибою, щільність посадки ракоподібних, з'являється реальна можливість створення замкнутої системи циркуляції води без біологічного фільтра. Біологічне очищення води може здійснюватися на поверхні укриттів для ракоподібних безпосередньо в басейнах.

При створенні такої установки слід мати на увазі, що в процесі вирощування ракоподібних, в результаті життєдіяльності активного мулу, в ємностях йде інтенсивне накопичення осадів. В основному це біоплівка, що відмирає, яка не виноситься з ємності, загниває і починає виділяти вторинні забруднення в оборотну воду, погіршуючи кисневий та гідрохімічний режим загалом. У зв'язку з цим ємності для вирощування ракоподібних і укриття в них повинні мати спеціальну конструкцію і відповідати певним вимогам: забезпечувати необхідну питому площу поверхні укриттів, достатній і рівномірний водообмін і вільне видалення опадів, що накопичуються як усередині укриттів, так і на дні ємності.

Грунтуючись на проведеному аналізі технологічних особливостей індустриальних методів вирощування ракоподібних, вдалося розробити спеціальну циркуляційну установку для їх товарного вирощування.

Об'єднання обох функцій розміщеним у виростній ємності субстрат дозволив відмовлятися від використання спеціальних біологічних фільтрів, що знижують загальний обсяг установок щонайменше на 21%. Таке зниження обсягу дає змогу відповідно скоротити витрати підживлювальної води та енергії на її підігрів, знизити капітальні витрати. [20,33]

Частково ці особливості створення УЗВ для ракоподібних були використані конструкції установки для розведення креветок (Shrimp progress ..., 1999). У басейні як хованки застосовуються штучні водорості, які разом зі спеціальним конвеєром, встановлюють у найглибшому його місці, сприяє видаленням осаду при подачі оборотної води в біологічні фільтри.

Аналогічні підходи до проектування циркуляційних систем для ракоподібних використані в Ізраїлі, де для їх вирощування почали застосовувати спеціальні фільтри-укриття із пучків штучних інертних водоростей.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Місця проведення та загальноприйняті схеми дослідження

Можна передбачити що такі дослідження в УЗВ в Україні проведено не багато.

Досліди проведено в період із 2022 по 2024 роки в лабораторії Поліського національного університету.

2.2. Вивчення впливу температурних показників води на результат при вирощуванні молодих раків

Температура одна із найважливіших чинників, визначальних швидкість біологічних процесів у організмі. Ракоподібні, як і всі пойкилотермні тварини, мешкають у певних температурних межах, і зміна температури води впливає на інтенсивність обміну у них. Незважаючи на різноманітні типи зміни обміну у різних видів, можна встановити характер загальної залежності обміну у ракоподібних від температури. Вивчення цієї залежності є актуальним щодо всіх пойкилотермних тварин. [14, 27]

Об'єктом дослідження була молодь однієї генерації, отримана від однієї пари виробників. На першому етапі, для визначення оптимального діапазону температури, отримана молодь у віці 60 діб після вилуплення була висаджена в чотири однакові акваріуми з циркуляцією та очищенням води робочим об'ємом по 180 л і вирощувалась протягом 70 діб. Вихідна щільність посадки склала 44,4 шт./м². Температурний режим води підтримувався у чотирьох різних діапазонах: 23,1-25,1; 25,0-27,1; 27,0-29,1 та 29,0-31,1. Основними гідрохімічними показникам відповідають вимоги нормативу для УЗВ. Годування здійснювали акваріумним кормом для декоративних риб та ракоподібних фірми «Tetra» (Німеччина). TetraWafer Mix з розрахунку 1,6% на добу від живої маси раків.

У процесі спостереження регулярно проводились контрольовані вилови

з визначеннями маси та загальних довжин особини, збереження. Фіксувалося наявності пошкоджених кінцівок та витрат корму на прирости маси тіл.

2.3. Визначення фізіологічних показників

Робота полягала у визначенні кількості споживаного кисню і амонійного азоту, що виділяється, у молоді австралійського червоноклішневого рака у встановленому раніше оптимальному для підрощування діапазоні температури води (при середньому її значенні 28,2°C). При цьому була використана відпрацьована раніше методика експерименту з американським омаром, камчатським крабом, гігантською прісноводною креветкою.

Як експериментальну систему використовували скляний акваріум розмірами 50 x 30 x 35 см і загальним об'ємом 49 л з затемненими, щоб уникнути додаткового стресу у рака. Об'єм води в акваріумі становив 20 л, глибина - 15 см. Акваріум був обладнаний циркуляційним насосом "Tunze 110.04", що подав воду через шланг на електрод мультипараметрового зонда "YSI-550A".

Молодь була розділена залежно від живої маси на 2 групи по 15 екземплярів. У групу 1 були відібрані особини з живою масою до 10 г (діапазон – 3,53 – 9,15 г, середня – $7,23 \pm 1,62$ г), у другу – з живою масою понад 10 г (діапазон – 10, 63 – 21,28 г, середня – $14,81 \pm 3,07$ г). Таким чином, вийшла дворазова різниця по середній живій масі між групами. Під час експерименту середня температура води знаходилась у діапазоні 27-29°C.

До експерименту особини утримувалися в акваріумах, у яких підтримувалася аналогічна середня температура води. Кожного рака зважували і по черзі поміщали індивідуально в експериментальну систему, попередньо вимірявши початкову концентрацію кисню (7,5-9,2 мг/л) та температуру води. Після цього поверхню води закривали поліетиленовою плівкою, щоб уникнути дифузійних втрат кисню та мінімізації стресу для рака. У ході експерименту вимірювали проміжні концентрації кисню у воді

та її температуру кожні 15 хвилин протягом трьох годин. Споживання кисню обчислювали балансовим способом.

Для експерименту з визначення рівня виділення амонійного азоту відібрали 20 молодих нагодованих особин обох статей із живою масою 7,64 – 23,79 г (середня – $14,18 \pm 4,32$ г).

Кожну особину містили в акваріумі одну добу. Через добу її поміщали в загальну циркуляційну установку, відбирали пробу води з експериментального акваріума, знову заливали відстояну воду і поміщали наступну особину.

Визначення концентрацій загального амонію проводили на спектрофотометрі Analytik Jena Spekol 1300 методом Седжі-Солорзано з використанням фенол-гіпохлоритної реакції.

Питоме виділення загального амонію за добу обчислювали шляхом множення величини приросту концентрації загального амонію на обсяг води та поділ отриманих результатів на масу тварин.[6.24.31]

2.4. Вивчення впливу щільності посадок на результат при вирощуванні молодих раків

Щільність посадки є одним із основних показників у біотехніці культивування гідробіонтів. При їх інтенсивному вирощуванні в басейнах циркуляційних систем вона, поряд з питомою іхтіомасою, досягає дуже високого рівня і багато в чому визначає кількість метаболітів, що накопичуються в оборотній воді (Friel, 1995).

Особливості біології австралійських червоноклішневих раків, як і інших видів ракоподібних, не дозволяють вирощувати їх у високоінтенсивних культурах. Головним обмежуючим фактором є неможливість створювати високі щільності посадки через прояви канібалізму, крім того, будучи донними тваринами, раки фактично не використовують обсяг басейнів або ставків. Оптимальні щільності посадки в

першу чергу залежать від розміру і віку особин, що культивуються, а також від тривалості утримання та інтенсивності годівлі.

Об'єктом дослідження була молодь від однієї самки у віці 45 діб після вилуплення в загальній кількості 162 штук середньою вихідною масою 0,23-0,27 р. Осіб розсаджували в три однакові акваріуми з циркуляцією та очищенням води робочим об'ємом по 180 л у кількості 36, 54 і 72 штуки на ємність, що відповідало щільностям посадки 80, 120 і 160. .

Тривалість досліду становила 60 діб. Температура води підтримувалась автоматично в діапазоні від 27,1 до 29,0°C. Основні гідрохімічні показники відповідали вимогам нормативів для УЗВ (Жигін, 2011). Годування здійснювалось акваріумним кормом для декоративних риб та ракоподібних фірми "Tetra" (Німеччина) - "TetraWafer Mix" з розрахунку 10% на добу від живої маси раків.[14]

У процесах спостереження регулярно проводилися контрольовані вилови з визначення маси та загальних довжин особини, збереження. Фіксувалося наявність пошкоджень кінцівок та витрати корму на приріст маси тіла.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Якість циркулюючої води

Системний контроль за якістю циркулюючої води за показаннями, що вивчається, показують його відповідність існуючими вимогами в усіх варіантах і на усіх етапах проведення досліджень (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Якість циркулюючої води за час дослідження

Показники	Діапазон коливань	Технологічна норма (Жигін, 2011)	Короткочасно допустимі значення (Жигін, 2011)
Активна реакція середовища (pH)	7,2-7,7	6,7-7,1	6,7-8,4
Нітрити, мг N/л	0 - 0,11	до 0,1-0,2	до 1,1
Нітрати, мг N/л	25,8 – 60,8	до 60,3	100,2
Амонійний азот, мг N/л	0,01 - 0,03	2,1,-4,1	до 10,1
Аміак вільний, мгN/л	до 0,0012	до 0,04	до 0,11
Кисень (на виході з ємностей), мг/л:	5,2-8,1	5,1	4,1

3.1. Морфо-біологічний експеримент

За час досліджень ми провели проміри кількох найбільше характерних для дорослих особин австралійського червоноклішневого рака, результат якого представлено в таблиці 3.2. Цю роботу було виконано для того, щоб охарактеризувати групу дорослих особин, що є на даний час.[27]

Для зручності сприймання дослідів у таблиці 3.2 результатів, що демонструє схему параметрів.

Таблиця 3.2. – Результат параметрів дорослих тварин австралійського червоноклішневого рака

Показник	Результати							
	Самці				Самки			
Маса, г	90,1	44,3	37,1	68,2	42,0	35,5	52,8	41,2
Загальна довжина (а), см	15,5	12,9	11,5	13,9	12,5	12,2	14,4	12,3
Довжина цефалотераксу								
Сторони спини (b), см	7,1	6,1	5,6	6,4	5,9	5,7	6,5	5,7
Довжина абдомена (с), см	6,1	5,1	4,2	5,5	4,9	4,9	5,6	4,8
Довжина тельсона (d), см	2,11	1,81	1,81	1,91	1,81	1,71	2,22	1,81
Довжина роструму з вентрального боку (е), см	2,22	1,71	1,51	1,81	1,71	2,02	2,11	1,81
Діаметр ока (f), см	0,51	0,41	0,41	0,41	0,31	0,31	0,41	0,31
Перша пара грудних кінцівок (g), см	12,1	8,6	8,7	10,1	8,5	7,7	8,7	8,3

Проведено зважування та вимірювання, що показали, що вивчаються проміри самців та самок мали рівні результати, крім одного самця, вага та розміри якого мали відмінності від інших раків у більшу сторону.

Цього самця не можна було віднести до стандартних розмірів, він був обраним нами для дослідження, як самий великий представник цього виду в групі особин, що були в нас. Тому ми залишили його та зафіксували його характеристику.

В даних умовах, самочки відкладали першу ікру при масі від 27,0 до 37,3 г (середня маса дослідних самок була $31,7 \pm 2,4$ г). Час розвитку ікри самок при середніх температурах води 24,1°С становить 40-45 діб. Личинки, що вилуплювалися, перебували на абдомені самки до 15 діб. За цей період вони переживали ще три личинкові стадії та набували всіх ознак складу дорослих особин. Потім молодь покидала самку, набувши здатність

самостійно переміщуються і харчуються.

З результатів біохімічного дослідження гемолімфи видно, що вміст білку в пробі у даному випадку не залежав від статі особин та становив у середньому $38,57 \pm 8,48$ г/л. Одержані результати можна порівняти з даними показниками річкового рака *Astacus astacus*, у якому кількість білку в гемолімфі коливається в діапазоні 22,1-63,1 г/л (Crowley, 1963). Вміст глюкози в середньому в пробах гемолімфи австралійського червоноклішневого рака становить $0,16 \pm 0,061$ ммоль/л.[40]

Визначною характером об'єкта, що вирощують у аквакультурі, є вихід їстівної частини (в нашому випадку м'яса) від його живої маси. Висновки дослідження за даними показниками після варіння особин показані окремо для самців (табл. 3.3) та самок (табл. 3.4).

Таблиця 3.3 – Відсоток виходу м'яса самців

Самці	Маса, г	Довжина, см	Вихід м'яса	
			г	%
1	33,11	11,5	11,63	35,12
2	58,20	13,2	19,11	32,83
3	38,30	11,3	10,93	28,52
4	86,02	15,5	31,05	36,10
5	33,49	11,6	9,45	28,19
6	44,02	12,2	14,04	31,89
7	40,11	11,2	12,06	30,06
8	36,61	11,5	12,26	33,48
9	37,71	11,6	13,76	36,48
10	26,36	10,9	7,02	26,62
Середнє ($M \pm m$)	$43,39 \pm 5,43$	$11,96 \pm 0,44$	$14,13 \pm 2,14$	$31,93 \pm 1,11$

Таблиця 3.4 – Відсоток виходу м'яса самок

Самки	Маса, г	Довжина, см	Вихід м'яса	
			г	%
1	41,11	12,20	13,04	31,80
2	30,01	11,41	10,66	35,60
3	33,90	11,90	11,96	35,25
4	34,40	12,02	11,81	34,33
5	39,81	11,91	13,58	34,14
6	41,52	12,10	14,95	36,04
7	34,31	12,11	10,40	30,30
8	52,71	14,01	16,09	30,55
9	25,90	10,01	8,44	32,62
10	22,31	10,20	6,12	27,43
Середнє ($M \pm m$)	35,59 $\pm$ 2,76	11,79 $\pm$ 0,36	11,71 $\pm$ 0,95	32,79 $\pm$ 0,89

Відсоток виходу м'яса самців та самок червонокліщневого рака мав приблизно однакові параметри та становив в основному 31-34% від маси особин після варіння. Такі дані близько- 31% від маси тіла, були наведені дослідниками, які відзначали, що відсоток виходу м'яса довгопалого раку (*Astacus leptodactylus*), який мешкає в наших широтах, має вихід всього 16-21%.

На початок дослідження вивчити динаміку розмірно-вагової характеристики отриманої молоді в залежності від статі особин, візуально розрізняти самок і самців не було можливим в силу їх невеликих розмірів. Розрізняти за статтю стало можливим при масі особин 5-6 гр. В наслідок проведення досліду встановлено, що в цей період життя не встановлені достовірні відмінності пов'язані з швидкістю зростання маси та довжини тіла самців і самок, і їх продуктивності. В цьому потрібно визначити їх високий

коефіцієнт варіації особин за масою (11,04%) та довжиною тіла (3,73%).

Таблиця 3.5. – Результат вирощування молоді раків

Показники	Результати		
	Самці (n = 25)	Самки (n = 26)	Загальні показники
Загальна кількість при посадці, шт.	-	-	60
Вживання, шт.	-	-	51
%	-	-	85
Середня маса, г: вихідна	-	-	2,07±0,22
кінцева	10,62±1,06	11,15±1,36	10,89±1,21
Загальний приріст маси особини, г	-	-	8,83
Загальна біомаса, р: вихідна	-	-	123,7
кінцева	265,4	289,7	555,0
Абсолютний приріст біомаси, г	-	-	431,4
Питома швидкість зростання	-	-	0,029
Середньодобовий приріст, г	-	-	0,16
Коефіцієнт варіації за масою, %:			
вихідний	-	-	10,20
кінцевий	9,9	12,13	11,04
Довжина особини, мм:	-	-	44,9±0,90
вихідна	77,4±2,9	78,5±3,0	78,0±3,0
кінцева			
Коефіцієнт варіації за довжиною, %:			
вихідний	-	-	2,00
кінцевий	3,63	3,71	3,73
Число травмованих особин, шт.	7	8	15
Продуктивність, г/м2	196,6	214,7	411,1

В процесі дослідження відмічалось, що збільшувалися випадки втрати кінцівок у раків через агресивні дії з 16,8 до 29,5% (з 10 до 15 особин), при цьому кількісно травмованих самців і самок була майже однаковою і складала 28,1 та 30, 9% відповідно (7 та 8 шт.)

За час, вирощування молоді до віку 143 діб з моменту вилуплення відмічено відсутню достовірну відмінність, що до маси, довжини тіла та травмованостей самців та самок з однієї генерації. Звідси можна зробити невтішний висновок, що на цьому етапі вирощування австралійського червоноклішневого рака окремо по статі немає особливої необхідності. Необхідно визначити, що, у цьому віці добре виражений статевий диморфізм, статева зрілість ще не відзначалася.[16]

3.2. Температурний вплив води на результат при вирощуванні молоді

В чотирьох проведених досліджених температурних діапазонів води (табл. 3.6) третій варіант дослідження (27,2-29,1°C) досягнув найбільшої питомої швидкості росту молоді (0,043), абсолютного приросту біомаси – 8,04 г, та середньодобового приросту – 0,135 г та продуктивності – майже 247 г/м². При достовірних відмінностях по кінцевим середнім масам особин відзначались лише між третіми та четвертими варіантами дослідження (290-311 C).

Таблиця 3.6. – Як впливає температура води ріст раків

Показники	Температура води, оС			
	23,1-25,1	25,1-27,1	27,1-29,1	29,1-31,1
Початкова щільність посадки, шт./м ²	44,5	44,5	44,5	44,5
Загальна кількість, шт.	20	20	20	20
Виживання, шт.	11	14	13	17
%	56	71	66	86
Середня маса, г:				
Вихідна	0,58±0,07	0,47±0,06	0,45±0,05	0,48±0,05
Кінцева	5,88±0,81	6,24±0,73	8,48±1,21	5,43±0,66
Абсолютний прирістмаси, г	5,31	5,78	8,04	4,95
Загальна біомаса, г:				
Вихідна	11,5	9,3	8,9	9,5
Кінцева	64,58	87,23	110,12	92,15
Абсолютний прирістбіомаси, г	53,19	78,04	101,33	82,76
Питома швидкість зростання	0,036	0,039	0,044	0,037
Середньодобовий приріст, г	0,0891	0,0981	0,136	0,084
Коефіцієнт варіації при масі, %:				
Початковій	10,54	10,88	9,10	8,52
Кінцевій	13,64	11,57	14,18	11,98
Витрата корму, г	90,31	85,93	96,91	96,88
Витрати корму, г/г	1,71	1,12	0,91	1,21
Продуктивність, г/м ²	143,50	193,83	244,70	204,77

різниця достовірна при 95% довірчому інтервалі

Видно, що при температурі яка вище $29,1^{\circ}\text{C}$ пригнічує життєдіяльність молодих раків, що приводить до мінімальної маси приросту особин - 4,95 гр. В цьому випадку привертають увагу більші збереження раків - 86%, проти 56-71% в інших варіантах досліджень. Це пояснюється нижчою швидкістю росту раків, оскільки в даному випадку менше проявляється канібалізм, що є головною причиною зниження виживання раків в цьому середовищі.

Досить не високі результати при вирощуванні відзначались і в першому варіанті експерименту при температурах води $23,1-25,1^{\circ}\text{C}$, і це при тому, що вихідні дані середньої маси особин у цій ємності були найбільшими. Раки росли набагато повільніше, ніж у інших дослідженнях, неефективно використовувалися спожиті корми (витрати корму на 1 г приросту біомаси склали 1,7 г). Відзначалася порівняно висока смертність ораків, що було пов'язане не з канібалізмом, а із відносно несприятливими температурними факторами. Все це зрештою проявилось в мінімальних продуктивностях - 143,6 г/м².

При вирощуванні раків в межах температури $25,0-27,1^{\circ}\text{C}$ показано хороша питома швидкість зростання молодих раків, абсолютний приріст середніх показників маси, середньодобового приросту, витрат корму та збереження, в порівняннях з таким при температурах води $27,0-29,1^{\circ}\text{C}$.

Звідси видно, що при вирощуванні молоді австралійського червоноклішневого рака як оптимальний варіант рекомендують такі межі температури $27,1-29,1^{\circ}\text{C}$. Температура води $25,1-27,1^{\circ}\text{C}$ вважатиметься хорошою для ефективного вирощування. Говорять про доцільність об'єднати ці температурні діапази в один сприятливий для вирощування раків, температура води від 25,1 до $29,1^{\circ}\text{C}$, що дійсно відповість діапазону, який зазначений раніше в літературному огляді.[36]

3.3. Потреби кисню та обмін азоту

В подальшому досліді було спрямовано на вивченні кисневих потреб і азотистого обміну молодих раків при підрощуванні їх в умовах УЗВ в оптимальних межах температур води ($27,1-29^{\circ},1\text{C}$), оскільки ці дані є визначними при розробці біотехніки вирощування особин та технічні параметри такої установки.

3.3.1 Витрати кисню об'єктами досліду

В дох дослідних групах особин (перша група середня маса $7,24\pm 1,63$ г, друга – $14,82\pm 3,08$ г) найбільшого споживання кисню спостерігали в перші 15 хвилин після посадки особин у експериментальну ємність: 0,76 та 0,23 мг/г живої ваги відповідно. Вподальшому в обох групах відбулося поступове зниження витрат кисню на кінці перших 45 хвилин з кожним дослідом. Така поведінка пояснює стресовий вплив пересадкок на досліджувані особини. На початковій стадії експерименту вони активно переміщуються ємністю, обстежують умови свого нового місця перебування. Вподальшому особини заспокоюються, рух знижується (вони ховаються в кутах акваріуму, поряд із циркуляційним насосом, його шлангом чи зондом оксиметра), відбувається відповідно зменшення та відносно стабілізується споживання кисню. Найменша величина даного показника була 0,13 і 0,07 мг/г відповідно. В раків із 2 групи крива інтенсивності споживання кисню була пологіша, що, мабуть, було пов'язане з меншим сприйняттям до стресу у більших раків.

Отримана динаміка може пояснювати спокійний стан особин після початкового стресу (вони ховалися в кутах акваріума, біля циркуляційного насоса, його шлангом чи зондом оксиметра).[35]

За результатами подальших експериментів та проведеного балансового розрахунку встановлено, що питоме споживання кисню австралійськими червоноклішневими раками становить в середньому $871,2 \pm 273,9$ мг кисню

на 1 кг живої маси за годину в першій групі та $427,8 \pm 107,23$ мг/кг на годину – в другій, тобто дана різниця між групами вийшла дворазовою, що співвідносилось як дворазова різниця за середньою живою масою між групами. Це споживання кисню окремими особами представлене за температури 27,1-29,1°C.

Статистична обробка результату досліджу свідчить, що відмінність в середнього споживання кисню між групами статистично достовірна (при $P < 0,05$).

В такому разі, при розрахунку потреб кисню молоді червоноклішневого рака слід керуватися запланованою кінцевою середньою масою особин, що на вирощуванні.

3.3.2.Виділення амонійного азоту

За результаи дослідження про виділення амонійного азоту молоддю червоноклішневого рака, середня маса $14,18 \pm 4,32$ г (від 7,65 до 23,80 г) при збиранні його в оборотній воді експериментального акваріума представлено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7. – добові коливання концентрації амонійного азоту у воді

Номер раку	Жива маса, г	Початкова концентрація, мг/л	Кінцева концентрація, мг/л	Розмір концентрації, мг/л
1	15,336	0,013	0,131	0,118
2	13,826	0,013	0,094	0,082
3	11,710	0,255	0,322	0,068
4	13,248	0,131	0,224	0,094
5	16,831	0,131	0,206	0,076
6	14,853	0,216	0,318	0,103
7	17,090	0,216	0,309	0,094
8	15,475	0,128	0,156	0,029
9	16,072	0,127	0,192	0,066
10	15,253	0,136	0,222	0,087
11	9,954	0,136	0,206	0,071
12	17,526	0,146	0,236	0,091
13	23,793	0,146	0,261	0,116
14	15,534	0,392	0,445	0,054
15	9,466	0,248	0,276	0,029
16	15,610	0,248	0,280	0,033
17	13,843	0,186	0,222	0,037
18	7,639	0,089	0,127	0,039
19	9,151	0,180	0,229	0,051
20	11,381	0,231	0,279	0,049

Виділення за добу загального амонію окремими раками обчислювалися шляхом множення величини приросту концентрацій загального амонію в дослідній ємності на об'єм води, що в ній та поділу отриманих результатів на живу масу рака. Початкова концентрація амонію у воді не впливала на результати дослідів в межах вимірюваних концентрацій.

Відомо, що питомі величини показників виділення амонійного азоту різними раками коливаються в межах від 38 до 154 мг/кг живої маси на добу, а середні статистичні величини склали $96,8 \pm 31,13$ мг амонійного азоту на 1 кг живої маси.

Окремі, певні відхили щодо деяких особин (№№ 8, 16, 17) пояснюється це їх характерними фізіологічними властивостями, зокрема рівнем годування.

Величина виділення загального амонію, залежить від маси тварин у досліджуваних діапазонах була мінімальна і слабо- негативна (коеф. корел.Пірсона мінус 0,08277).

Звідси випливає, що, при розрахунку систем біологічного очищення циркулюючих вод при вирощуванні молоді червоноклішнєвого рака слід керуватися отриманими нами величинами питомого виділення амонійного азоту – 98 мг/кг живої маси на добу при кінцевих середніх масах особин, що вирощуються.

Проведені нами досліді дозволять визначити середню питому величину спожитого кисню та виділеного амонійного азоту австралійським червоноклішнєвим раком в період при вирощуванні молоді раків при середній масі приблизно 16 г. Отримуємо результати які можна буде використати для розрахунків систем життєзабезпечення. [20]

3.4. Вплив щільності посадки, та її вплив на результат вирощування молодих раків

В соркапятиденному віці, після вилуплення молоді раки середньою масою 0,25-0,27 г були висаджені в три однакові акваріуми з циркуляцією та очищення води об'ємом по 180 л і вирощували їх протягом 60 діб за різної щільності посадки. Температур води підтримував у межах 27,1-29,1°C. За гідрохімічними показниками відповідали вимозл нормативу для УЗВ. Годування раків проводили кормом для декоративних риб та ракоподібних

«TetraWafer Mix» (Німеччина) – з розрахунком 10% за добу від їхніх мас. Основний результат дослідів наведено в таблиці 3.8.

За результатами проведених дослідів встановлено, що найвища кінцева маса особин $4,13 \pm 0,73$ г було отримано при щільності посадки 80 шт./м² ємності. При подальшому збільшенні щільності посадки приводило до закономірних знижень кінцевої середньої маси раків, коли в перших варіантах маса раків достовірно відрізняється від двох інших варіантів щільності посадок. Достовірності відмінності між варіантами із щільністю посадки 120 і 160 шт./м² не відзначалось ($2,82 \pm 0,27$ г та $2,45 \pm 0,36$ г відповідно).

Таблиця 3.8. – Підсумки вирощування молодих раків в залежності від щільності посадки

Показники	Щільність посадки, шт/м ²		
	80	120	160
Період дослідів, добу.	60	60	60
Кількість особин в ємності, шт.	36	54	72
Вживання, шт.	27	33	41
%	75,1	61,2	57,0
Середня маса, г:			
вихідна	$0,26 \pm 0,04$	$0,25 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,04$
кінцева	$4,13 \pm 0,73$	$2,82 \pm 0,27$	$2,45 \pm 0,36$
Абсолютний приріст маси, г	3,88	2,58	2,19
Загальна біомаса, г:			
вихідна	9,1	13,1	18,8
кінцева	111,25	92,74	175,69
Абсолютний приріст біомаси, г	102,25	79,74	156,99

Питома швидкість зростання	0,006	0,007	0,008
Середньодобовий приріст, г	0,066	0,044	0,037
Коефіцієнт варіації помасі, %:			
вихідний	12,1	8,4	11,6
кінцевий	17,49	9,26	14,35
Витрата корму, г	108,45	134,87	251,21
Витрати корму, г/г приросту біомаси	1,07	1,70	1,61
Продуктивність, г/м ²	247,21	206,11	274,71

*Різність достовірною при $P < 0,01$

В зв'язку зростання щільності посадки закономірне зниження таких показників, як абсолютний приріст середньої маси раків (з 3,91 до 2,58 та 2,19 г, 46,1% відповідно).

Відповідно такий показник, як загальна біомаса особин в кінці дорощування (175,69 г), її абсолютний приріст (156,98 г) і, зрештою, продуктивність (274,7 г/м²) виявилася вищою в третьому варіанті експерименту з найбільш щільною посадкою. Це пояснюється збільшенням кінцевої чисельності особин на прикінці досліду. Потрібно зазначити, що у других та третіх у варіантах з великою щільністю посади коефіцієнт варіацій за масою (9,26% та 14,35% відповідно) виявлялися помітно меншими, ніж у першому варіанті експерименту – 17,49%.

Звідсвидно, що щільність посадки особин 80 шт./м² сприяє вищому зростанню особин, але збільшення розкиду середньої маси особин в кінці етапу дорощування. При збільшенні щільностей посадки молодих раків до 120-160 шт./м² знизило швидкість зростання та кінцеву масу раків, але знижувало її варіабельність за масою.[13.30]

3.5 Біотехнічні розрахунки

На підставі проведених досліджень та отриманих результатів

розроблено базові біотехнічні характеристики, що дозволяють зробити відповідні технічні розрахунки для створення циркуляційної установки, наприклад, для отримання посадкового матеріалу середньою масою 15 г у кількості 1000 штук.

Виходячи з цього, загальна біомаса раків в УЗВ наприкінці вирощування становитиме: $15 \text{ г} \times 1000 \text{ шт.} = 15\,000 \text{ г} (15 \text{ кг})$.

При виживаності раків 65%, вихідна кількість особин масою 0,25 г має становити 1539 штук.

Для їх розміщення при щільності посадки 80 шт./м² площа виростних ємностей складе: $1539 \text{ шт.} : 80 \text{ шт./м}^2 = 19,2 \text{ м}^2$. При глибині шару води 0,4 м виростний робочий об'єм води становитиме 7,7 м³.

Кисневі потреби раків на заключному етапі вирощування становитимуть: $15 \text{ кг} \times 428 \text{ мг/кг на годину} = 6420 \text{ мг на годину}$.

Концентрація кисню у воді за нормальної температури 29°C і 100% насиченні становить 7,77 мг/л (Лавровський та інших., 1987), а допустима його концентрація на витоці – 5 мг/л. Таким чином, на дихання раків може бути використано 2,7 мг кисню з кожного літра води, що надходить в ємність.

Відповідно в рибоводну ємність слід кожну годину подавати: 6420 мг/годину: 2,7 мг/л = 2378 л/годину (2,4 м³/година) оборотної води, тобто. повна зміна води у виростній ємності відбудеться за 3,2 години.

Виділення амонійного азоту раками на заключному етапі вирощування становитимуть: $15 \text{ кг} \times 97 \text{ мг/кг на добу.} = 1455 \text{ мг/добу}$.

Приймаючи, що в середньому біологічні фільтри переробляють 1 г амонійного азоту на добу на 1 м² завантажувального матеріалу (Жигін, 2011), можна зробити висновок, що площа завантаження біофільтра для установки повинна становити 1,5 м². При цьому рекомендується передбачити 20% запас по продуктивності біофільтра (Жигін, 2011).

Для запобігання частому замулюванню як завантажувальний матеріал біофільтра передбачається використовувати спеціалізовані пластикові кулі

досить великого розміру – діаметром 25 мм, питома площа завантаження яких становить 150 м²/м³.

Відповідно для очищення оборотної води потрібно: $1,5 \text{ м}^2 : 150 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 0,01 \text{ м}^3$ х 1,2 = 0,012 м³ (12,0 л) завантажувального матеріалу, який необхідно розмістити в біофільтрі. При цьому в корпусі біофільтра повинен бути передбачений простір для розміщення фільтруючого матеріалу механічного очищення від завислих речовин і вільного руху завантажувального матеріалу, що плаває, у зв'язку з чим, загальний об'єм апарату рекомендується збільшити до 18,0 л.

Крім перерахованого обладнання, розглянуту УЗВ слід оснастити циркуляційним насосом, ультрафіолетовою лампою для знезараження води продуктивністю по воді відповідно до її циркулюючої витрати 2,4 м³/год. Необхідні також водонагрівач, що забезпечує підтримку заданої температури оборотної води 27-29°C і повітряний компресор для підтримки у виростній ємності заданої концентрації розчиненого кисню.[26]

Основні технічні характеристики та приблизна вартість обладнання для комплектації представлені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Склад основного обладнання та його вартість для виробництва 1000 шт. посадкового матеріалу червоноклішневого раку середньою масою 15 г

Найменування обладнання	Показники	Значення	Вартість, тис. грн
Виростна ємність	площа, м ²	19,2	35,0
	об'єм, м ³	7,7	
	глибина води, м	0,4	
Біологічний фільтр	обсяг завантаження, л	12,0	27,0
	площа завантаження, м ²	1,5	
	загальний об'єм, л	18,0	
Циркуляційний	продуктивність, м ³ /год	2,4	5,0

насос	енергоспоживання, Вт/год	40,0	
УФ – стерилізатор	продуктивність, м3/год	2,4	20,0
	енергоспоживання, Вт/год	35	
Компресор	продуктивність, л/год	500	3,0
	енергоспоживання, Вт/год	15	
Водонагрівач	енергоспоживання, Вт/год	1440	3,5
Трубопроводи і запірна арматура	діаметр, мм	16	7,0
РАЗОМ			100,5

3.6.Розрахунок економічних показників

Орієнтовна структура основних витрат на технологічні потреби для одного виробничого циклу вирощування 1000 штук посадкового матеріалу середньою масою 15 г австралійських червоноклішневих раків в умовах УЗВ представлена в таблиці 3.10.

При розрахунку витрат на споживання електроенергії враховано витрати на експлуатацію насоса, повітряного компресора для аерації води, УФ-стерилізатора, підігріву оборотної та підживлювальної води та інші допоміжні потреби, необхідні для здійснення безперебійної експлуатації установки для вирощування посадкового матеріалу. Вартість на електроенергію та водоспоживання (водовідведення) прийнята за середніми тарифами .

Таблиця 3.10. - Основні експлуатаційні витрати на 1 цикл вирощування австралійського червоноклішневого рака

Стаття витрат	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
Електроенергія	3306,3 квт	4,81	15903
Корма	17,6 кг	1870	32912
Зарплата з нарахуваннями	0,03 ставки від 25 тис. грн.	-	1028
Підживлювальна вода та скидання	9,3 м3	28,65 19,90	266,45 185,07
Посадковий матеріал	1539 шт.	0,9	1385,10
Інші невраховані витрати	10% від перерахованих вище витрат	-	5167,96
Разом витрат	-	-	56847,58

Розрахунок витрат на заробітну плату виконано виходячи з того, що один працівник здатний обслуговувати близько 300 м2 ємностей рибоводних, тобто. на обслуговування наявної площі басейнів частка заробітної плати становитиме 0,03 ставки. Зарплату працівника прийнято у розмірі 25 тис. в місяць.

До складу показника «інші витрати» віднесено транспортні витрати, витрати на придбання допоміжних рибоводних та інших витратних матеріалів, страхові виплати, податки та інші плати. Показник прийнято у розмірі 10 % від загальної суми перерахованих вище витрат.

Таким чином, орієнтовна вартість 1000 прим. (15 кг) посадкового матеріалу червоноклішневого раку складе 56847,58 грн. (56,85 грн. / Шт.) або 3789,84 грн. / кг.

Безумовно, економічні показники можуть коливатися в залежності від

конкретних умов експлуатації господарства, кон'юнктури ринку як щодо продукції, так і величини різних статей витрат, тому виконання таких розрахунків необхідно індивідуально для кожного проекту, що розробляється. Проте загалом наведені нами дані можуть бути орієнтиром прийняття необхідних управлінських рішень.

ВИСНОВКИ

За проведення дослідів рибоводно-біологічних особливостей при вирощуванні посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого рака в УЗВ зробили такі висновки:

В наших умовах, що вивчалися, середні маси самок, які вперше відклали ікру, становить 31,7 г. Час розвитку ікри під абдоменом за середньої температури води 24оС становить 40-45 діб. Личинки, що вилуплювалися, знаходилися на абдомені самки і пережили три линьки, набували рис тіла дорослих особин за 15 діб. В середньому вихід молоді за два тижні після того, як вони залишали самок ($n = 11$), становив 182 екз.

Місткість білку та глюкози в складі гемолімфи самців і самок не було достовірних відмінностей що характеризувалися такими значеннями: 38,57 г/л та 0,16 ммоль/л відповідно.

За час дорощування молоді віком 143 діб з часу вилуплення (середня маса особин 10,91 г) встановили відсутність достовірної відмінності самців та самок однієї генерації по кінцевій масі (10,7 та 11,2 г) довжиною тіла (77,4 та 78,5 мм), травмованості (28,1 та 30,9%).

Найбільші питомі швидкості зростаючої молоді – 0,043, при абсолютному прирості біомаси – 8,04 г, середньодобові прирости – 0,135 г та продуктивністю 265 г/м² за мінімальних витрат корму (0,91 кг/кг приросту ваги) досягнуті за температури води 27,1-29,1°С. Температури нижче 25,1оС та вище 29,1оС знижувалася питома швидкість зростання молоді. Питомі швидкості зростання молоді, абсолютного приросту при середній масі, середньодобового приросту, витрат кормів і виживання за температури води 25,1-27,1°С були зіставні з такими за температур води 27,1-29,1°С.

При питомому споживанні кисню за середньої маси особин 7,3 г становили 871,2 мг кисню на 1 кг живої маси на годину та знижувалися до 427,8 мг/кг за годину з збільшеннм ваги особин до 14,9 г. При питомої виділенні

амонійного азоту не залежали від маси особин у межах 7,7-23,9 г (середнє - 14,3 г) і склало 96,8 мг/кг за добу (4,04 мг/кг за годину).

Достовірно найбільшу кінцеву масу особин 4,1 г отримали при щільності посадок 80 шт./м² ємності з найкращими показниками кормових затрат на одиницю приросту біомаси особин (1,1 кг/кг) та 76,0% збереження. Достовірної відмінності по кінцевих масах особин між варіантами з щільністю посадок 120 та 160 шт./м² не відзначалось (2,8 г і 2,4 г відповідно). Продуктивність раків (274,8 г/м²) виявилася вищою у варіанті експерименту з найвищою щільністю посадки (160 шт./м²), проти 247,3 г/м² при щільності посадок 80 шт./м² та 206,2 г/м² при щільності 120 шт./м², що пояснюється вищою щільністю особин вкінці експерименту.

Визначена базова техніко-економічна характеристика циркуляційної установки в рорахунку на 1000 шт. посадкового матеріалу, що дорощується, червоноклішневого рака при середній масі 15 г на 1 цикл дорощування.

РЕКОМЕНДАЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ

Зроблені висновки з результатів роботи можемо рекомендувати:

1. В розрахунку потреб в самок австралійського червоноклішневого рака при забезпеченні господарств молодими раками середньою масою 0,25 г, рекомендуємо прийняти при середньому виході молодих раків – 180 екз. від одної самки;
2. В період вирощувань посадкового матеріалу до 143 діб з часу вилуплення (10-15 г) вирощувати рака окремо по статі не потрібно.
3. Для ефективності вирощувати посадковий матеріал австралійського рака рекомендуємо температурний режим від 27,1 до 29,1°C.
4. При розрахунку кисневої потреби молоді червоноклішневого рака корисно керуватись планованою прикінцевою середньою масою особин: при масі 3-10 г - 872 мг/кг живої маси за годину; при масі 10-20 г – 429 мг/кг за годину.
5. В розрахунку систем біологічних очисток циркулюючої води добре володіти величинами питомого виділення амонійного азоту – 98 мг/кг живої маси на добу за кінцевої середньої маси особини, що вирощується від 7 до 24 г.
6. При ефективному вирощуванні посадкового матеріалу австралійського рака щільність при посадці, що рекомендовано, становила 80 шт./м² ємності.

Список використаної літератури

1. Адамович В.П. Паразитоценоз, как часть целостной экологической системы / ТВ. Л. Адамович / Материалы X конф. Украинского общества паразитологов, - Киев: «Наукова думка», 1986. - Т. 1. С. 11.
2. Аквакультура // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : П.П. Вишемирський В. С., 2013. - С. 7.
3. Алексієнко В.Р. Іхтіологія. Посібник для студентів біологічних факультетів / В.Р. Алексієнко. – К.: Український фітосоціологічний центр, 2007. – 116 с.
4. Богданова Л.Н. Характеристика зоопланктону Кременчуцького водосховища // Рибогосподарська наука України. 2015. Вип. 4(34). С. 15– 30.
5. Борщівський П. Стратегічні проблеми розвитку рибного господарства України / П. Борщівський, М. Стасішен, Н. Алесіна // Стратегія розвитку України: наук. жур. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. – № 1–2. – С. 370-388.
6. Горбатенко І.Ю. Основи наукових досліджень. Київ, 2001. 92 с.
7. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень. Харків, 2009. 142 с.
8. Євтушенко М.Ю. Методика досліджень у рибництві. Київ, 2013. 130 с.
9. Ковальчук В.В., Моїсєєв Л.М. Основи наукових досліджень. Київ, 2005. 240 с.
10. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності. Київ, 2002. 295 с.
11. Грінжевський М.В. Аквакультура України. – Львів: Вільна Україна, 1998. – С. 331.
12. Гроховська Ю.Р., Кононцев С.В., Колесник Т.М. Біологічний моніторинг водного середовища : навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 161 с.
13. Довідник за властивостями, методами аналізу та очищення води // Київ: Наукова Думка, 1980. - ч. 2. - С.773-781.
14. Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини. [Кол. мо-ногр.]/ В.І. Карпов, С.П. Сіренський, В.К. Данилко та ін.; Під заг. ред. П.П. Михайленка. - Житомир, 2001. - 320 с.

15. Євтушенко М. Ю. Акліматизація гідробіонтів: підруч. / Євтушенко М. Ю., Дудник С. В., Глебова Ю. А. — К.: Аграрна освіта, 2011. — 240 с. — ISBN 978/966/2007/57/2.
16. Ермолова, Р.С. Описторхоз в бассейне левобережья Днепра // Н.В. Орлов, В.М. Петлин, Е.П. Хроменкова / Материалы X конф. Украинского общества паразитологов. Киев: «Наукова думка», 1986.-Ч. 1.-С. 198.
17. Збереження і моніторинг біологічного і ландшафтного різноманіття в Україні. – К.: Національний екологічний центр України, 2000 – 244 с.
18. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Гідроекологічний моніторинг та фітоіндикація стану водних екосистем басейну Прип'яті. Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2014. Вип. 2 (66). С. 29–38. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://er3.nuwm.edu.ua/3608/>
19. Клименко М.О., Гроховська Ю.Р. Оцінка екологічного стану водних екосистем річок басейну Прип'яті за вищими водними рослинами. Рівне: НУВГП, 2005. 194 с.
20. Коваленко В.О. Індустріальне рибицтво/В.О. Коваленко. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів. К.: Аграр Медіа Груп, 2011. - 140 с.
21. Козлов А.В. Розведення риби, раків, креветок у присадибній водоймі. М: ТОВ «Акваріум-Принт», 2008. 176 с.
22. Козлов А.В. Сохранение биоразнообразия ихтиофауны - основа устойчивого использования рыбных ресурсов // Матер. междунар. научн. конферен. молодых ученых "Водные биоресурсы и пути рационального использования", Киев, 2012. - С. 35-36.
23. Козлов А.В., Рубцов С.Ф. Восстановление численности ручьевой форели в реке при организации коммерческого лова // Рыбное хозяйство. - 2014. - Вып 63. - Киев. - С. 98-99
24. Лавровський В.В. Оборотно водопостачання при промисловому вирощуванні молоді райдужної форелі // Рыбне госп-во, 1977. - №11. - С.58-59.
25. Лозовіцький П.С. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості // Водне господарство України, 2007. № 5. С. 50 - 54.

26. Лукін В.Б. 2003. Механізми, що формують видову структуру перифітону в ході сезонної сукцесії: роль міжвидової конкуренції та осідання планктонних форм // Журн. загальної біології. Т. 64. № 3. с. 263-272.
27. Лукін В.Б., Сапова, Є.В., 2002. Зміни в екосистемі водопровідного каналу, що викликаються розвитком фітообростань // Актуальні проблеми екології та природокористування (випуск 3) / збірник наукових праць. С. 83-87
28. Макрофіти – індикатори змін природного середовища. Дублена Д.В., Гейне С., Гроудова З.І. – К.: Наукова думка, 1993.
29. Маслова Н.И., Петрушин В.А. 2013. Рыбоводно-биологическая оценка щуки – перспективного объекта поликультуры. Мат. Межд. науч.-прак. конф. "Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры", с. 276–290.
30. Катюха, С.М., Вознюк, І.О. (2016). Поширення інвазійних хвороб риб у водоймах Рівненської області. Ветеринарна біотехнологія. 28, 94–101 (всеукраїнська).
31. Олійник, О.В., Матвієнко, Н.М. (2014). Аналіз захворювання коропових риб на крустацеоз в рибницьких господарствах Вінницької, Київської та Черкаської областей. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АРК. 2(1), 154–157.
32. Рудь, О.Г., Кукоконь, Л.Р. (2015). Паразитофауна коропових у вирощувальних ставках СГ «Олександрійське». Науковий вісник Гжицького. 17,1(61),159–164 (укр.).
33. Дзіка Є., Куштала, А., Куштала, М. (2007). Паразити коропа і ляща *Abramis brama* з озера Ямно, Польща. - Гельмінтологія. 44 (4), 222–225.
34. Єремич, С., Чиркович, М., Якич-Діміч, Д., Радосавлевич, В. (2005). Хвороби коропових риб у ставках та реалізація заходів по запобіганню їх. -Ветеринарний вісник. 59(1–2), 59–69.
35. Мовчан, В.А. Життя риб та його розведення [Текст] / В.А. Мовчан. - К.: Колос, 1966. - 351 с.
36. Погорельцева, Т.П. Інвазійні хвороби. Довідник з хвороб ставкових риб/П.В.

Микитюк, Є.Ф. Осадча, Т.П. Погорельцева та ін. - До., Урожай, 1984.- С.123.

37. Bllanchetton, JP Recent developments in recirculation systems [Text] / JP Bllanchetton. – Seafarming today and tomorrow: Abstracts and extended communications of contributions presentd at the International conference «Aquaculture Europe 2012». - Italy, Trieste. - 2012. - P. 3-9.
38. Bllanchetton, JP Water quality and rainbow true performance in Danish Model Farm recirculating system: comparison with flow through system [Text] / JP Bllan-chetton, A. A. Belaud. - Aquacultural engineering. – Vol. 40. - № 3. - 2011. - P. 140-144.
39. Eikebrokk B. Design and performance of "BJOFYSH" water recirculation sys-tem [Text] / B. Eikebrokk. - Aquacult. Eng. 1990. - 9, № 4. - P. 285-294.
40. Pavlova, ON effectiveness звикористанням spirogum feed additive for growing chicken broilers. [Text] / ON Pavlova, VV Zaitsev, IP Tokarev. – Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – № 1. – pp. 119-122.
41. Vasiliev, AA Value, теоріїіпрактикивикористанняхімічнихречовинв animal hus-bandry production. [Text] / AA Vasiliev,, AP Korobov, SP Moskalenko. - Agrar-ian Scientific Journal. - 2018. - № 1, pp. 3–6.