

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства
та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури та
природничих наук
Кваліфікаційна робота на правах
рукопису

БАЛИЦЬКОГО ІВАНА СЕРГІЙОВИЧА

УДК:633.88:504

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО
МАТЕРІАЛУ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОКЛІШНЕВОГО РАКУ
(*CHERAXQUADRICARINATUS*) В УСТАНОВЦІ ІЗ ЗАМКНУТИМ
ВОДОВИКОРИСТАННЯМ**

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

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 -2024

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри біоресурсів,
аквакультури та природничих
наук кандидат с.-г. наук, доцент
Світельський М.М.

«21» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

БАЛИЦЬКОГО Івана Сергійовича

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача вищої освіти в родовому відмінку)

207 – Водні біоресурси та аквакультура

1.Тема кваліфікаційної роботи: Вибір вихідних форм рибсмієства коропові для інтесифікації

затверджена наказом № 1390/ст від 09.10.2023

2.Термін подання роботи «01» березня 2024 р.

3.Предмет дослідження: біопродуктивність водойм, біопродукційні ресурси ставкових угідь, щільністю посадки риб, іхтіофауна різних видів риб.

4. Об'єкт дослідження: біологічні особливості та оцінка показників росту та розвитку в першій та другий роки життя з моменту посадки риб, варіанти спільного вирощування коропових риб.

5.Методи дослідження загально прийті

6.Інформаційна база дослідження огляд літератури та документи господарст

7.Зміст роботи (перелік питань, які потрібно було розробити) робота виконана згідно вимог

8.Перелік графічного матеріалу _____

9.Дата видачі завдання «21» листопада 2022 р.

Керівник роботи: канд. с.-г. наук, доцент Федючка Микола Ілліч

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Завдання прийняв

до виконання

БАЛИЦЬКИЙ Іван Сергійович

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Примітки
1.	Виконання аналітичного огляду фахової літератури та обґрунтування обраного напрямку досліджень	Листопад 2022 Лютий 2022 р.	Виконано
2.	Розроблення програми досліджень, календарного плану їх виконання та освоєння методики проведення досліджень	Березень – Квітень 2023 р	Виконано
3.	Виконання практичної частини роботи	Протягом 2023	Виконано
4.	Аналіз, узагальнення та інтерпретація одержаних експериментальних даних	Листопад - Грудень 2023 р.	Виконано
5.	Написання дипломної роботи та підготовка до її захисту	Січень 2024 р. Березень 2024 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти

БАЛИЦЬКИЙ Іван Сергійович

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник роботи: канд. с.-г. наук, доцент Федючка Микола Ілліч Віталіївна

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

«01» березень 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6-8
Розділ 1. Огляд літератури.....	9
1.1. Коротка біологічна характеристика австралійського червоноклішневого рака.....	9-14
Глава 2. Матеріал та методи досліджень.....	15
2.1. Загальна схема досліджень, місцепроведення.....	15-16
2.2. Морфо-біологічні дослідження.....	16-18
2.3. Гідрохімічні дослідження та температури води.....	18-19
Глава 3. Результати досліджень та їх обговорення.....	20
3.1. Якість циркулюючої води.....	20
3.2. Морфо-біологічні дослідження.....	20-24
3.3. Вплив температури води на результати вирощування молоді.....	24-26
3.4. Кисневі потреби та азотистий обмін.....	26
3.4.1. Споживання кисню об'єктами дослідження.....	27-28
3.4.2. Виділення амонію.....	28-29
3.5. Вплив густини посадки на результати підрощування молоді.....	29-31
3.6. Годування червоноклішневих раків личинками мухи <i>Musca domestica</i>	31-37
Висновки.....	38-39
Рекомендації виробництва.....	40
Список використаної літератури.....	41-44

АНОТАЦІЯ

Балицький І.С. – кваліфікаційна робота на тему: «Розробка технології вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклешневого рака (CHERAX QUADRICARINATUS) в установці з замкненим водопостачанням» -на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю «Водні біоресурси та аквакультура» - Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Вперше в умовах замкнутої системи водовикористання вивчені морфо-біологічні показники статевозрілих особин австралійського червоноклішневого раку, вміст білка та вуглеводів у складі гемолімфи, біохімічний склад та вихід м'яса. Дана оцінка виходу молоді та динаміки її розмірно-вагових характеристик.

Ключові слова: аквакультура, австралійський червоноклешневий рак, щільність посадки, азотистий обмін, водні ресурси, риба, температурний режим, вміст амонію.

ANOTATION

Balytskyi I.S. - qualification work on the topic: "Development of the technology for growing planting material of the Australian red-clawed crayfish (CHERAX QUADRICARINATUS) in an installation with a closed water supply" - with manuscript rights.

Qualification work for the Master's degree in "Aquatic bioresources and aquaculture" - Polish National University, Zhytomyr, 2024.

For the first time, the morpho-biological indicators of sexually mature individuals of the Australian red-tick crayfish, the content of protein and carbohydrates in the hemolymph, biochemical composition and meat yield were studied under the conditions of a closed water use system. The assessment of the output of youth and the dynamics of its size and weight characteristics is given.

Key words: aquaculture, Australian red crab, stocking density, nitrogen exchange, water resources, fish, temperature regime, ammonium content.

ВСТУП

Актуальність теми. Останні 20-30 років світова аквакультура активно розвивається, неухильно збільшуючи свою частку у загальному виробництві гідробіонтів. На сьогодні вже понад 48% споживаної рибопродукції вирощено в аквакультурі. У сфері споживання відбувається розширення спектра делікатесних видів гідробіонтів (зокрема ракоподібних). М'ясо ракоподібних є джерелом повноцінного білка, жиру, а також цілого спектра необхідних для людського організму мікроелементів і вітамінів. Частка ракоподібних у виробництві світової аквакультури становила 23,1%, у тому числі –700 тис. тонн морських видів (FAO, 2012). [30]

Ракоподібні - група гідробіонтів, технології виробництва яких у штучних умовах знаходяться на стадії розробки, а спектр видів ракоподібних в аквакультурі постійно розширюється. [1,3]

Одним з нових видів тепловодної аквакультури ракоподібних є австралійський червоноклішневий рак (*Cherax quadricarinatus* (VonMartens, 1868)). Це пояснюється тим, що в порівнянні з багатьма іншими ракоподібними австралійський червоноклішневий рак характеризується високою швидкістю зростання, невибагливістю до умов утримання, а найголовніше – відносно низькими агресивністю та проявом канібалізму. [20,31]

Протягом багатьох десятиліть аквакультура ракоподібних в Україні ґрунтувалася на розведенні аборигенних річкових видів раків, головним чином широкопалого *Astacus astacus* та довгопалого(вужькопалого) *Astacus leptodactylus*. Цій проблемі присвячені роботи багатьох дослідників. [1,2,3]

Пізніше відпрацьовувалися технології вирощування гігантської прісноводної креветки (*Macrobrachium grossenberghii*) в умовах теплих вод (Хмелева зі співавторами, 1988, 1997 та ін) та в установках із замкнутим водовикористанням. [8,9,11].

Проводились дослідження з вирощування американських раків роду *Procambarus* (Полосьянц, 2002) та розробки методів штучного відтворення камчатського краба (*Paralithodes camtschaticus*) в умовах басейнів. [6]

Червоноклішневий рак лише нещодавно з'явився на території України як об'єкт аквакультури та акваріумістики. Проводились роботи з відпрацювання його вирощування в умовах півдня України з використанням комбінованої технології в басейнах і ставках.

Для умов нашої країни можна виділити три можливі напрями з вирощування червоноклішневого раку:

- у ставках південних областей України;
- у ставках, садках та басейнах на теплих водах енергетичних об'єктів у літню пору;
- в установках із замкнутим водовикористанням - цілий рік.

При цьому всі ці напрями пов'язані з використанням замкнутих систем для утримання виробників у зимовий час, проведення нересту, інкубації та вирощування молоді. Тому вивчення рибоводно-біологічних особливостей, відпрацювання основних біотехнічних принципів та створення технології відтворення австралійського червоноклішневого раку в штучних умовах із використанням циркуляційних установок – досить актуальні.

Мета досліджень – встановити основні біотехнічні параметри вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого раку за умов замкнутого водовикористання.

Наукова новизна. Вперше в умовах замкнутої системи водовикористання вивчені морфо-біологічні показники статевозрілих особин австралійського червоноклішневого раку, вміст білка та вуглеводів у складі гемолімфи, біохімічний склад та вихід м'яса. Дана оцінка виходу молоді та динаміки її розмірно-вагових характеристик. Визначено оптимальний температурний діапазон та щільність посадки для ефективного вирощування посадкового матеріалу. Показано можливість використання личинок кімнатної мухи *Musca domestica* для годування молоді.

Теоретична та практична значимість. Результати досліджень дозволили сформулювати основні біотехнічні засади вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого раку в установках із замкнутим

водовикористанням. Виконано технічні розрахунки для проектування УЗВ, надано економічну оцінку вирощування посадкового матеріалу червоноклішневого раку в циркуляційній установці.

Положення, що виносяться на захист:

1. Морфологічні особливості та товарні якості статевозрілих особин австралійського червоноклішневого раку;
2. Параметри кисневих потреб та азотного обміну молоді, що дозволяють правильно спроектувати системи життєзабезпечення;
3. Оптимальні температурний режим та щільність посадки вирощування посадкового матеріалу.
4. Можливість та перспективність вирощування молоді червоноклішневого раку при годівлі личинками кімнатної мухи.
5. Техніко-економічні показники вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого раку.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Коротка біологічна характеристика

австралійськогочервоноклішневого раку *Cherax quadricarinatus*

Австралійський червоноклішневий рак (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (синонім червонопалий рак) – це річковий рак, що належить сімейству Parastacidae (тип Artropoda; підтип Crustacea; клас Malacostraca; загін Decapoda; підряд Acastade; підряд Acastade;). До сімейства Parastacidae відносять 151 вид річкових раків із 9 пологів, які широко поширені у південній півкулі. [2,7]

Червоноклішневий рак - досить великий представник річкових раків - довжина тіла досягає 20-25 см. У природних умовах самці можуть важити 500 г, а самки – 400 г (Lawrence, Jones, 2002). При утриманні в акваріумі австралійські червоноклішневі раки можуть рідко досягати розмірів особин, що вирости в природному середовищі (Хофштеттер, 2008). Статевої зрілості особини досягають у віці 7-12 місяців при розмірі тіла близько 6-10 см. Забарвлення тіла зеленувато-синє з жовтими барвистими. Відмінною особливістю самців цих раків є яскраво оранжева пляма на зовнішній стороні клешні. У природі харчується різноманітною їжею тваринного та рослинного походження.

Ареал охоплює прісні водоймища на півночі Австралійського континенту. Це тропічний вид, що мешкає у водоймищах на північному заході Квінсленду та Північної Території Австралії, а також на південному сході Папуа-Нової Гвінеї (Holthuis, 1986). Будучи добре відомим місцевим жителям, він залишався фактично невідомим для решти світу до кінця 1980-х років, поки його не почали вирощувати в аквакультурі. *Cherax quadricarinatus* виявився вдалим для розведення об'єктом і аквакультура цього виду почала поширюватися по всій Австралії, а незабаром був акліматизований у багатьох інших тропічних країнах.

Перевагу водоймам з високою мутністю води, слабкою течією і стоячими ділянками, характерними для річок рідного регіону. У період мусонних дощів сильні потоки води можуть зносити раки вниз за течією. У зв'язку з цим австралійський червоноклішневий рак має схильність переміщатися вгору за

течією річок, така поведінка також дозволяє їм уникати ділянок, що меліють і пересихають у сухий сезон. [23]

Кліматичні умови рідного регіону зумовили температурний діапазон існування *Cherax quadricarinatus*. Переважні діапазони температур від 23 до 31°C. Летальними є температури нижче 10°C вище 36°C. Для розмноження цього виду температура води повинна бути вищою за 23°C (Lawrence, Jones, 2002).

Хоча особини червоноклішного раку можуть досягати досить великих розмірів, вони вважаються менш агресивними, ніж більшість північноамериканських видів раків (Medley et al., 1993). На всіх етапах життєвого циклу австралійські червоноклішневі раки потребують сховищ, при вирощуванні в акваріумі вважають за краще використовувати доступні укриття.

Тіло річкового раку складається з головогруді (цефалоторакс) та черевця (абдомен). Головогруді зі спини та боків прикрита потужним панцирем (карапаксом), бічні частини (брахіостегіти) якого, прикриваючи зябра, формують зяброві камери. Передня частина карапаксу витягнута в довгий клиноподібний роstrum. Брюшко утворене членами, що рухомо з'єднуються шістьма членами і тельсоном. Черевце легко підгинається під головогруді.

Тіло раків одягнене в твердий екзоскелет, що має кутикулярне походження і виконує як захисну, так і опорні функції. Наявність жорсткого зовнішнього покриву, що не піддається розтягуванню, накладає обмеження на зростання, яке стає можливим тільки під час линяння. Під час линяння скидаються старі кутикулярні покриви (екзувій). Відразу після линяння покриви особини м'які і легко розтяжні. Після линяння, поки покриви не затвердили, відбувається збільшення розмірів особини, яка в цей час стає майже беззахисною.

Назва загону "десятиногі" Decapoda визначається з наявністю у його представників п'яти пар грудних кінцівок (переопід). Насправді річкові раки мають дев'ятнадцять пар кінцівок (придатків тіла):

антени, антенули, мандібули, максилли, три пари максилпеліпед, п'ять пар переопод (перші три пари мають клешні), п'ять пар плеопод та уроподи. Органом дихання є зябра, розташовані в жаберних камерах, обмежених

від зовнішнього середовища латеральними виростами карапаксу – бранхіостегітами. [22,32]

Струм води в зябрових камерах створюється за рахунок дорзовентральних насосних рухів скафогнатидів – пластинчастпридатків максил, розташованих у зябрових камерах. Цей рак може коротко переносити значні зниження концентрації розчиненого кисню.

Основні органи почуттів річкових раків зосереджені передній частині головогруди: фасетчасті очі; короткі двогіллясті антеннули – орган нюху; розташовані на підставі антеннулстатоцисти – орган рівноваги; довгі одnogіллясті антени - орган дотику; хеморецептори на ротових кінцівках – орган смаку. Крім того, на тілі рака та його кінцівках розташовується велика кількість механо- та хеморецепторів, орієнтованих на виконання різних завдань. Для збирання їжі та її первинної механічної обробки річкові раки використовують три пари клешненоносних переоподів та ротові кінцівки. Шлунок раків має хітинову вистилку та розділений на дві камери. Передня – кардіальна частина шлунка – є об'ємним мішком, а її спинна та задньобоківі частини мають складну систему хітинових пластинок і зубців, призначених для подрібнення їжі. Задня (пілорична) частина менша за розміром і має складну систему фільтрів – для відділення рідких і дрібноздрібнених компонентів від більших частинок. Величезну роль травленні раків грає травна залоза гепатопанкреас (що займає більшість головогруди). Ферменти, що синтезуються в гепатопанкреасі, надходять у шлунок, де під їх дією починається перетравлення їжі. Рідка, частково ферментована фракція їжі, з пілоричної частини шлунка потрапляє у протоки гепатопанкреасу, де продовжується резорбція їжі та відбувається поглинання поживних речовин. Травна система раків дозволяє використовувати їм широкий спектр харчових ресурсів. [34]

Кровоносна система річкових раків незамкнутого типу. Рідина, що циркулює у судинах та міжклітинних порожнинах, називається гемолімфою. Гемолімфа займає приблизно 27 % об'єму тіла раку та складається з гемоцитів та плазми. У гемолімфі присутні три основні типи клітин (гемоцитів): гіалінові

клітини (hyaline cells), напівгранулоцити (semigranulocytes) та гранулоцити (granulocytes). Плазма, головним чином, складається з води, іонів та білків. Домінуючим білком у гемолімфі (більше 90%) є гемоціанін – переносник кисню. Решта білкової фракції включає білок згортання, імунні компоненти захисту і т.д. [24]

Серце знаходиться за шлунком, на спинній стороні тіла раку. Розташування серця (кардіальну область) на карапаксі обмежує борозна. Через три пари остій гемолімфу з перекордіальної порожнини потрапляє до серця. При скороченні серця гемолімфа викидається у п'ять основних артерій. З кінцевих розгалужень артерій гемолімфа безпосередньо виливається в простір, що виливається в простір між органами і рухається по лакунах. Вінкова кров збирається у великому вентральному синусі. З нього за двома латеральними синусами проходить до зябер, а від них через зяброво-серцеві канали надходить у перикардіальну порожнину.

Гемолімфа декапод насичена білковими речовинами такими, як складні глікопротеїди (альфа макроглобулін та ін), ліпопротеїди (комплекси білків і ліпідів), прості глобулярні білки (сироваткові альбуміни), а також металопротеїд гемоціанін. Ці білки беруть участь у регуляторній, дихальній, гемостатичній, захисній та екскреторній функціях; в постлітньому періоді залучаються до зміцнення зовнішніх покривів; у період вітелогенезу витрачаються на синтез білків яйцеклітин; у латентному періоді життя декапод на забезпечення енерговитрат організму. [1,2,7]

За рівнем загального білка в гемолімфі можна оцінювати фізіологічний статус декаподу.

Однак інтерпретація отриманих значень повинна проводитись шляхом порівняння з фізіологічними нормами для цього показника з урахуванням статі, лінкового циклу, статевого дозрівання, віку тощо, характерних для конкретних представників цього заgonу.

Відомо, що глюкоза входить до складу енергетичної резервної речовини, що швидко мобілізується, вуглеводу глікогену, який у хребетних накопичується в

печінці і м'язах. Значна частина продукту розщеплення глікогену (глюкоза-6-фосфатаза) гідролізується глюкозо-6-фосфатазою з утворенням вільної глюкози, що надходить кров. Розпад глюкози до пірувату, мабуть, універсальний шлях вивільнення енергії, частина якої акумулюється багатими енергією сполуками типу АТФ. Зниження рівня глюкози у плазмі хребетних вказує на виснаження, підвищення гострий чи хронічний стрес.

Австралійський червоноклішневий рак – роздільностатевий вид із двосторонньою симетричною статеву системою. У самців є парні насінники і сперматоводи, які відкриваються отворами на коксопідідах п'ятої пари переопод, тут же у самців розташовується специфічний чоловічий придаток (*appendix masculinae*), а у самок статеві система складається з пари яєчників і яйцеводів, що відкриваються на коксопідідах. та ін., 2013).

Як сказано вище, добре вираженої особливостю самців є яскраві помаранчеві плями, розташовані зовнішньому краї клешней. Покрови тіла особини в цьому місці не тільки мають яскраве забарвлення, але й не склеротизовані (м'які). Значення цього органу остаточно незрозуміло. Передбачається, що плями використовують при комунікації між особами популяції, зокрема повідомляють інформацію про фізіологічний стан особини (Karplus et al., 2003). Самці, як правило, більші за самок, швидше ростуть мають більш високий відсоток м'яса та привабливе, з комерційної точки зору, яскраве забарвлення.

Формування вторинних статевих ознак у особини починається досить рано. Вже на VI-VII стадії молоді можна розрізнити самців та самок за розташуванням статевих отворів. Характерні для самців помаранчеві плями починають виявлятися значно пізніше. Крім того, їх прояв далеко не завжди залежить від розміру особини. В результаті, самці зі слабо вираженими ознаками помилково можуть бути зараховані до розряду самок, що може створювати проблеми при роздільному вирощуванні самців і самок. При культивуванні австралійських раків відзначено появу інтерсексів – особин, які мають одночасно чоловічі та жіночі статеві ознаки. У таких особин спостерігається одночасна наявність

чоловічих та жіночих статевих отворів, причому вряді випадків отвори можуть бути не парними. При цьому фізіологічні особини є або самками, або самцями. У літературних джерелах пишуть, що особини, що мають чоловічий придаток (*appendix masculinae*) і помаранчеву пляму на клешнях, фізіологічно є самцями, але при цьому можуть мати яєчники на стадії прівітелогенезу. А особини, що мають чоловічі та жіночі статеві отвори, але не мають чоловічих придатків та помаранчевої плями, є самками. [24,25,26]

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення та загальна схема досліджень

Багато в чому такі дослідження в УЗВ для нашої країни здійснено вперше.

Дослідження проводили в період із 2020 по 2023 роки в лабораторії кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

На першому етапі вивчили деякі морфо-біологічні показники статевозрілих особин австралійських червоноклішневих раків, динаміку розмірно-вагових характеристик отриманої від них молоді, у тому числі залежно від статі особин, вихід молоді визначали через два тижні після того, як вона залишала остаточно самку. Вивчали вміст білка та глюкози у гемолімфі дорослих особин, біохімічний склад та вихід м'яса. [1]

На наступному етапі вивчали вплив температури води на швидкість зростання молоді, що підрощується.

Після виявлення оптимальної температуривизначали кисневі потреби молоді раків та рівень азотного обміну у встановленому оптимальному діапазоні, досліджували вплив щільності посадки молоді на швидкість росту при вирощуванні та можливість використання личинок кімнатної мухи *Muscadomestika* для годування молоді. Протягом усіх експериментів контролювали гідрохімічні параметри за вмістом кисню, амонійного азоту, нітритів, нітратів та рівнем рН.

У всіх експериментах, крім спеціальних дослідів з годування личинками мух, раків годували кормом для декоративних риб та ракоподібних «TetraWaferMix» (Німеччина), нормування корму здійснювали в залежності від температури води, середньої маси особин та загальної біомаси в ємності.

Такі ознаки, як маса та довжина тіла, розміри окремих органів та інші, характеризуються безперервною мінливістю. Істотна особливість кількісних ознак полягає у сильному впливу їх величину чинників довкілля. Для характеристики мінливості використовували квадрат середнього відхилення квадратичного. Його виражали у відсотках від середньої арифметичної

(коефіцієнт варіації) (Власов та ін., 2005):

$CV = 100 \times Q/X$, де: Q - стандартне відхилення;

X – середнє значення.

Питому швидкість зростання раків визначали за такою формулою І.І. Шмальгаузена та С. Броді (1927):

$$C = \frac{\lg I_n - \lg I_0}{0,4343(t_n - t_0)},$$

де: I_n – маса, раків наприкінці досліду, I_0 – маса раків на початку досліду, $t_n - t_0$ – проміжок часу досліду (Козлов, Абрамович, 1982).

Статистичну обробку даних проводили загальноприйнятими методами (Лакін, 1980) за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel 2007. Статистичну значущість середніх відмінностей визначали за t- критерієм Стьюдента для незалежних вибірок за комп'ютерною програмою.

На підставі отриманих даних було виконано розрахунок параметрів циркуляційної установки для вирощування посадкового матеріалу масою 15 г у кількості 1 тис. штук особин австралійського червоноклішневого раку та визначено основні економічні показники її експлуатації. Сформульовано висновки та рекомендації виробництва.

2.2. Морфо-біологічні дослідження

При вивченні морфо-біологічних показників дорослих особин червоноклішневого раку, було виконано низку промірів, заснованих на методиці Л.Ю. Лагуткіної та С.В. Пономарьова (2010) за допомогою штангенциркуля з точністю до 1,0 мм. До них належали загальна довжина, довжина цефалотораксу з боку спини, довжина абдомена, довжина тельсона, довжина роструму з вентрального боку, діаметр ока, перша пара грудних кінцівок. Одночасно фіксували стать особин та їхню живу масу. Всього було досліджено 4 самці та 4 самки.

Вихід молоді (0,1-0,2 г) від 11 самок визначали шляхом прямого підрахунку

її в акваріумі через два тижні після того, як молодь покинула самку.

Від 20 дорослих особин (10 самок та 10 самців) проводили відбір гемолімфи прижиттєвим методом (Ковачова, Александрова, 2010) для визначення вмісту білка та глюкози. Проби відбирали за допомогою шприца об'ємом 1 мл із серцевої ділянки раку через мембрану між карапаксом та першим абдомінальним сегментом. В одного раку одноразово відбирали від 0,125 до 0,250 мл гемолімфи і поміщали мікроцентрифужну пробірку. Як антикоагулянт використовували цитрат натрію. [1]

Перед визначенням біохімічних показників гемолімфу центрифугували протягом 5 хвилин при 1500 г для отримання плазми.

Вміст у плазмі гемолімфи загального білка та глюкози визначали спектрофотометрично з використанням реактивних наборів для клінічної біохімії фірми «Вітал». У роботі використали спектрофотометр Specol 1300 (Analytik Jena, Німеччина). Визначення у сироватці гемолімфи вмісту загального білка проводили біуретановим методом (Thomas, 1998), глюкози – глюкозооксидазним (Ткачук, 2004).

Для визначення виходу м'яса відбирали 10 самок та 10 самців, піддавали їх варінню, після чого індивідуально зважували та відокремлювали м'ясо від карапаксу та інших неїстівних частин тіла. Шляхом зважування також встановлювали масу неїстівних частин тіла та м'яса. При цьому враховували стать особин.

Для визначення біохімічного складу м'яса готували 3 зразки, кожен з яких складався з суміші м'яса 16 особин кожної групи з досвіду годування раків личинками кімнатної мухи. Це пов'язано з тим, що середня жива маса особин (11 г) була замала для проведення індивідуального дослідження біохімічного складу м'яса кожної особини окремо, враховуючи, що вихід м'яса у разі становив трохи більше 30%.

Для кількісного вилучення ліпідів застосовували метанольно-хлороформу екстракцію методом Фолча. Для визначення жирнокислотного складу зразків проводили попередню етерифікацію жирних кислот, продукти етерифікації

очищали пропусканням через порошок оксиду алюмінію. Жирнокислотний склад зразків визначали методом газорідинної хроматографії (ГРХ) (Кейтс, 1975).

Динаміку розмірно-вагових характеристик австралійського червоноклішневого раку визначали на молоді, що підрощується, однієї генерації у віці 85 діб після вилуплення, отриманої від однієї пари виробників. Молодь була висаджена в три однакові акваріуми з циркуляцією та очищенням води об'ємом по 180 л і вирощувалась протягом 58 діб при вихідній щільності посадки 44,4 шт./м². Температура води підтримувалась у діапазоні 28-29С. Основні гідрохімічні показники відповідали вимогам нормативів для ПЗВ (Жигін, 2011). Годували раків кормом для декоративних риб та ракоподібних «TetraWafer Mix» (Німеччина) – з розрахунку 1,6% на добу від їхньої маси. У процесі спостережень регулярно проводили контрольні лови з визначенням маси та загальної довжини особин, виживання. Фіксувалася наявність пошкоджень кінцівок, можливість візуального визначення статі раків та витрати корму на приріст маси тіла. [3]

2.3. Гідрохімічні дослідження та температура води

Під час проведення досліджень систематично контролювали основні гідрохімічні показники в циркуляційних системах з інтервалами 2-3 доби. У дослідях щодо визначення споживання кисню та виділення амонію концентрації розчиненого кисню та азотистих сполук визначали кілька разів на добу через відомі проміжки часу.

Контролювали такі показники: концентрації розчиненого кисню та азотистих сполук, рН. Ці показники реєстрували за допомогою портативних мультипараметрових зондів YSI-85 та YSI-556 (зміст кисню, солоність та рН, виробництво «Yellow Springs Instruments», США) та рН-211 (рН, виробництво «Hanna Instruments», США). Концентрації амонію, нітритів та нітратів визначали колориметруванням проб на фотоелектричному фотометрі КФК-3-01із спектральним діапазоном від 315 до 990 нм. Амонійний азот визначали методом Solorzano, 1969. Оптичну густину комплексу, що утворився при реакції амонійного азоту з гіпохлоритом та фенолом, вимірювали при довжині хвилі

630 нм. Аналіз води на вміст нітритів проводили методом Bendschneider, Robinson (1952) з використанням сульфаніламідної N-(1-нафтил)-етиленадіамін-дигідрохлориду (Посібник з гідрохімічного аналізу..., 2003). Нітрати відновлювали до нітритів на омеднених кадмієвих колонках з наступним визначенням нітритів тим самим методом. Також використовували колориметричні акваріумні тести на амоній, нітрити та нітрати виробництва Tetra (ФРН) та Red Sea (Ізраїль). [28,33]

Температуру води в експериментах підтримували автоматично і щодня контролювали цей показник, як за даними приладів, так і прямим вимірюванням термометром.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Якість циркулюючої води

Систематичний контроль якості циркулюючої води за показниками, що вивчається, показав його відповідність існуючим вимогам у всіх варіантах і на всіх етапах проведених досліджень (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Якість циркулюючої води у процесі досліджень

Показники	Діапазон коливань	Технологічна норма (Жигін, 2011)	Короткочасно допустимі значення (Жигін, 2011)
Активна реакція середовища (рН)	7,3-7,8	6,8-7,2	6,8-8,5
Нітрити, мг N/л	0 - 0,11	до 0,1-0,2	до 1,0
Нітрати, мг N/л	25,7 – 60,7	до 60	100
Амонійний азот, мг N/л	0,01 - 0,03	2-4	до 10
Аміаквільний, мгN/л	до 0,0013	до 0,05	до 0,1
Кисень (на виході з ємностей), мг/л:	5,3-8,2	5,0	4,0

3.2. Морфо-біологічні дослідження

У процесі досліджень нами проведено проміри кількох найбільш характерних дорослих особин австралійських червоноклішневих раків, результати яких представлені в таблиці 7. Ця робота була виконана для того, щоб охарактеризувати групу дорослих особин, що є у нас.

Для зручнішого сприйняття представлених у таблиці 3.2 результатів вважаємо за можливе повторення, що відбиває схему промірів.

Таблиця 3.2. – Результати промірів дорослих особин австралійського червоноклішневого раку

Показник	Результати							
	Самці				Самки			
Маса, г	9 0,0	4 4,2	3 7,0	6 8,1	4 1,9	3 5,4	5 2,7	4 1,1
Загальна довжина (а), см	1 5,4	1 2,8	1 1,4	1 3,8	1 2,4	1 2,1	1 4,3	1 2,2
Довжина цефалотераксу сторони спини (b), см	7 ,2	6 ,0	5 ,5	6 ,3	5 ,8	5 ,6	6 ,4	5 ,6
Довжина абдомена (с), см	6 ,0	5 ,0	4 ,0	5 ,4	4 ,8	4 ,8	5 ,5	4 ,7
Довжина тельсона (d), см	2 ,1	1 ,8	1 ,8	1 ,9	1 ,8	1 ,7	2 ,2	1 ,8
Довжина роструму з вентрального боку (е), см	2 ,2	1 ,7	1 ,5	1 ,8	1 ,7	2 ,0	2 ,1	1 ,8
Діаметр ока (f), см	0 ,5	0 ,4	0 ,4	0 ,4	0 ,3	0 ,3	0 ,4	0 ,3
Перша пара грудних кінцівок (g), см	1 2,0	8 ,5	8 ,6	1 0	8 ,4	7 ,6	8 ,6	8 ,2

Проведені зважування та вимірювання показали, що вивчаються параметрисамців і самок мали близькі результати, крім одного самця, маса та розміри якого істотно відрізнялися від інших особин у велику сторону.

Даного самця не можна було віднести до характерних розмірів, він був обраний нами для дослідження, як найбільший представник цього виду в групі особин, що є у нас. Саме тому ми вважали за цікаве зафіксувати його характеристики.

В умовах, що вивчаються, самки вперше відклали ікру при масі від 26,9 до 37,2 г (в середньому маса лицьових самок становила $31,6 \pm 2,3$ г). Період розвитку ікри під абдоменом самки за середньої температури води 24°C становив 40-45 діб. Личинки, що вилупилися, продовжували перебувати на абдомені самки ще близько 15 діб. За цей час вони пережили три личинкові стадії і набули всіх рис будови дорослої особини. Після цього молодь покинула

самку, набувши здатності самостійно переміщатися та харчуватися.

Результати біохімічних досліджень гемолімфи показали, що вміст білка в пробах у даному випадку не залежало від статі особини та становило в середньому $38,56 \pm 8,49$ г/л. Отримані дані можна порівняти з аналогічним показником річкового раку *Astacus astacus*, у якого вміст білка в гемолімфі коливався в діапазоні 22-63 г/л (Crowley, 1963). Середній вміст глюкози в пробах гемолімфи австралійського червоноклішневого раку становив $0,15 \pm 0,06$ ммоль/л.

Важливою характеристикою об'єктів, що вирощуються в аквакультурі, є вихід їстівних частин (в даному випадку м'яса) від загальної живої маси. Результати дослідження за даним показником після варіння особин представлені окремо для самців (табл. 3.3) та самок (табл. 3.4).

Таблиця 3.3 – Вихід м'яса у самців

Самці	Маса, г	Довжина, см	Вихід м'яса	
			г	%
1	33,10	11,4	11,62	35,11
2	58,19	13,1	19,10	32,82
3	38,29	11,2	10,92	28,51
4	86,00	15,4	31,04	36,09
5	33,48	11,5	9,44	28,18
6	44,00	12,1	14,03	31,88
7	40,10	11,1	12,05	30,05
8	36,60	11,4	12,25	33,47
9	37,70	11,5	13,75	36,47
10	26,35	10,8	7,01	26,61
Середнє (M ± m)	$43,38 \pm 5,42$	$11,95 \pm 0,43$	$14,12 \pm 2,13$	$31,92 \pm 1,10$

Таблиця 3.4 - Вихід м'яса у самок

Самки	Маса, г	Довжина, см	Вихід м'яса	
			г	%
1	41,1	12,2	13,03	31,7
2	30,0	11,4	10,65	35,5
3	33,9	11,9	11,95	35,24
4	34,4	12,0	11,80	34,32
5	39,8	11,9	13,57	34,13
6	41,5	12,1	14,94	36,01

7	34,3	12,1	10,39	30,29
8	52,7	14,0	16,08	30,54
9	25,9	10,0	8,43	32,61
10	22,3	10,2	6,11	27,42
Середнє (M ± m)	35,58± 2,75	11,78±0,3 5	11,70±0,9 4	32,78± 0,88

Вихід м'яса у самців і самок червоноклішневих раків був приблизно однаковий і становив близько 32-33% від маси особин після варіння. Близькі дані - 30% від маси тіла, отримані дослідниками, які відзначили, що частка виходу м'яса довгопалого раку (*Astacus leptodactylus*), який живе в наших широтах, становить всього 15-20%.

На момент початку досвіду вивчення динаміки розмірно-вагових характеристик отриманої молоді залежно від статі особин, візуально розрізнити самок і самців не уявлялося можливим в силу їх незначних розмірів. Статеві відмінності ставали добре видно при масі особин 5-6 р. Тому їх гендерні рибоводно-біологічні особливості зростання визначені нами наприкінці досвіду (табл. 3.5). В результаті проведеного дослідження встановлено, що на даному етапі життєвого циклу не зазначено достовірних відмінностей за швидкістю зростання маси та довжини самців і самок, а отже, і їх продуктивності. У цьому слід зазначити щодо високий коефіцієнт варіації особин за масою (11,03%) проти довжиною тіла (3,72%).

Таблиця 3.5. - Основні результати вирощування молоді

Показники	Результати		
	Самці (n = 25)	Самки (n = 26)	Загальні показники
Загальна кількість при посадці, шт.	-	-	60
Вживання, шт. %	- -	- -	51 85
Середня маса, г: вихіднакінцева	- 10,61±1,05	- 11,14±1,35	2,06±0,21 10,88±1,20
Загальний приріст маси особини, г	-	-	8,82

Загальна біомаса, р: вихідна кінцева	- 265,3	- 289,6	123,6 554,9
Абсолютний приріст біомаси, г	-	-	431,3
Питома швидкість зростання	-	-	0,028
Середньодобовий приріст, г	-	-	0,15
Коефіцієнт варіації за масою, %: вихідний кінцевий	- 9,90	- 12,12	10,19 11,03
Довжина особини, мм: вихідна кінцева	- 77,3±2,8	- 78,4±2,9	44,8±0,89 77,9±2,9
Коефіцієнт варіації за довжиною, %: вихідний кінцевий	- 3,62	- 3,70	1,99 3,72
Число травмованих особин, шт.	7	8	15
Продуктивність, г/м ²	196,5	214,6	411,0

У процесі дослідження відзначено збільшення випадків втрат кінцівок у раків через агресивну поведінку з 16,7 до 29,4% (з 10 до 15 особин), при цьому кількість травмованих самців і самок була приблизно однаковою і склала 28,0 і 30, 8% відповідно (7 та 8 шт.).

Таким чином, при вирощуванні молоді до віку 143 діб з моменту вилуплення встановлено відсутність достовірних відмінностей по масі, довжині тіла та травмованості самців та самок однієї генерації. Звідси можна дійти до невтішного висновку, що у цьому етапі вирощувати австралійського червоноклішневого раку окремо по статі немає особливого сенсу (як і пропонується деякими авторами). Необхідно відзначити, що, незважаючи на добре виражений у цьому віці статевий диморфізм, настання статевої зрілості ще не відзначалося.

3.3. Вплив температури води на результати вирощування молоді

З чотирьох досліджених діапазонів температури води (табл. 3.6) у третьому варіанті дослідження (27,1-29,0°C) досягнуто найбільших питомих швидкостей росту молоді (0,042), абсолютний приріст біомаси – 8,03 г, середньодобовий приріст –

0,134 г та продуктивність – майже 245 г/м². При цьому достовірні відмінності по кінцевій середній масі особин відзначені лише між третім та четвертим варіантами досвіду (291-310 С).

Таблиця 3.6. - Вплив температури води зростання раків

Показники	Температура води, оС			
	23,0-25,0	25,1-27,0	27,1-29,0	29,1-31,0
Початкова густина посадки, шт./м ²	44,4	44,4	44,4	44,4
Загальна кількість, шт.	20	20	20	20
Виживання, шт. %	11 55	14 70	13 65	17 85
Середня маса, г: вихідна	0,57±0,06	0,46±0,05	0,44±0,04	0,47±0,04
кінцева	5,87±0,80	6,23±0,72	8,47±1,20*	5,42±0,65*
Абсолютний приріст маси, г	5,30	5,77	8,03	4,94
Загальна біомаса, г: вихідна	11,4	9,2	8,8	9,4
кінцева	64,57	87,22	110,11	92,14
Абсолютний приріст біомаси, г	53,17	78,02	101,31	82,74
Питома швидкість зростання	0,034	0,037	0,042	0,035
Середньодобовий приріст, г	0,088	0,096	0,134	0,082
Коефіцієнт варіації за масі, %: початковий	10,53	10,87	9,09	8,51
кінцевий	13,63	11,56	14,17	11,99
Витрата корму, г	90,3	85,92	96,9	96,87
Витрати корму, г/г	1,7	1,1	0,9	1,2
Продуктивність, г/м ²	143,49	193,82	244,69	204,76

різниця достовірна при 95% довірчому інтервалі

Очевидно, що температура вище 29°С пригнічувала життєдіяльність молоді

раків, що призвело до мінімального приросту індивідуальної маси особин - 4,94 р. Разом з тим, у даному випадку привертає увагу більше виживання особин - 85%, проти 55-70% в інших варіантах досліду. Це можна пояснити меншою швидкістю зростання раків, оскільки в цьому випадку нижчий рівень прояву канібалізму – головна причина зниження виживання ракоподібних у цих умовах.

Порівняно низькі результати вирощування відзначені і в першому варіанті досвіду при температурі води 23,0-25,0°C, і це не дивлячись на те, що вихідна середня маса особин у цій ємності була найбільшою. Раки зростали помітно повільніше, ніж у інших випадках досліду, мало ефективно використовували споживані корми (витрати корму на 1 р приросту біомаси склали 1,7 г). Необхідно відзначити порівняно високу смертність особин, що було пов'язано не з канібалізмом, а, мабуть, із відносно несприятливим температурним фактором. Все це зрештою виявилось в мінімальній продуктивності - 143,5 г/м².

Вирощування раків в діапазоні температур 25,1-27,0°C показало хорошу питому швидкість зростання молоді, абсолютний приріст середньої маси, середньодобовий приріст, витрати корму і виживання, порівняні з такими при температурі води 27,1-29,0°C.

Таким чином, для вирощування посадкового матеріалу австралійського червоноклішневого раку як оптимальний можна рекомендувати діапазон температур 27,1-29,0°C. Температуру води 25,1-27,0°C вважатимуться допустимою для ефективного вирощування. Мабуть, можна говорити про можливість об'єднання цих температур в один сприятливий для вирощування діапазон температури води від 25 до 29°C, що дійсно відповідає діапазону, зазначеному раніше в літературному огляді.

3.4. Кисневі потреби та азотний обмін

Подальші дослідження були спрямовані на вивчення кисневих потреб та азотистого обміну молоді раків при підросуванні їх в умовах УЗВ в оптимальному діапазоні температури води (27-29°C), оскільки ці дані є визначальними для розробки біотехніки вирощування особин та технічних параметрів таких установок.

3.4.1. Споживання кисню об'єктами дослідження

В обох досліджуваних групах особин (у першій групі середня маса $7,23 \pm 1,62$ г, у другій – $14,81 \pm 3,07$ г) найбільше споживання кисню спостерігалось у перші 15 хвилин після посадки особин в експериментальні ємності: 0,75 та 0,22 мг/г живої маси відповідно (рис. 17, 18). Надалі в обох групах відбувалося поступове зниження споживання кисню на кінець перших 45 хвилин кожного досвіду. Така динаміка пояснюється стресовим впливом пересадки на досліджуваних особин. У цей початковий період експериментів вони активно переміщалися ємністю, обстежуючи своє нове місце перебування. Надалі особини заспокоювалися, рухова активність знижувалася (вони ховалися в кутах акваріума, поруч із циркуляційним насосом, його шлангом або зондом оксиметра), відбувалося відповідне зниження та відносна стабілізація споживання кисню. Мінімальна величина цього показника склала 0,12 і 0,06 мг/г відповідно. У особин із групи 2 крива інтенсивності споживання кисню пологіша, що, можливо, пов'язано з меншою сприйнятливістю до стресу у більших раків.

Отриману динаміку можна пояснити щодо спокійним станом особин після початкового стресу (вони ховалися у кутах акваріума, поруч із циркуляційним насосом, його шлангом або зондом оксиметра).

В результаті подальших досліджень та проведених балансових розрахунків встановлено, що питоме споживання кисню австралійським червоноклішневим раком становить у середньому $871,1 \pm 273,8$ мг кисню на 1 кг живої маси на годину для першої групи та $427,7 \pm 107,2$ мг/кг на годину – для другої, тобто різниця між групами вийшла дворазовою, що співвідноситься з дворазовою різницею за середньою живою масою між групами.

Статистична обробка результатів експерименту показала, що відмінності в середньому споживанні кисню між групами статистично достовірні (при $P < 0,05$).

Таким чином, при розрахунках кисневих потреб молоді червоноклішневого

раку слід керуватися запланованою кінцевою середньою масою особин, що вирощуються.

3.4.2. Виділення амонію

Результати досліджень щодо виділення амонійного азоту молоддю червоноклішневого раку середньою масою $14,18 \pm 4,32$ г (від 7,64 до 23,79 г) та накопичення його в оборотній воді експериментального акваріума представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7. – добові зміни концентрацій амонійного азоту у воді

Но мер раку	Жива маса, г	Початкова концентрація, мг/л	Кінцева концентрація, мг/л	Розмір концентрації, мг/л
1	15,335	0,012	0,129	0,117
2	13,825	0,012	0,093	0,081
3	11,709	0,254	0,321	0,067
4	13,247	0,130	0,223	0,093
5	16,830	0,130	0,205	0,075
6	14,852	0,215	0,317	0,102
7	17,089	0,215	0,308	0,093
8	15,474	0,127	0,155	0,028
9	16,071	0,126	0,191	0,065
10	15,252	0,135	0,221	0,086
11	9,953	0,135	0,205	0,070
12	17,525	0,145	0,235	0,090
13	23,792	0,145	0,260	0,115
14	15,533	0,391	0,444	0,053
15	9,465	0,247	0,275	0,028
16	15,609	0,247	0,279	0,032
17	13,842	0,185	0,221	0,036
18	7,638	0,088	0,125	0,037
19	9,149	0,178	0,228	0,050
20	11,380	0,230	0,278	0,048

Добове питоме виділення загального амоніюокремими особинами обчислювалося шляхом множення величини приросту концентрації загального амонію в експериментальній ємності на об'єм води в ній та поділу отриманого результату на живу масу раку. Початковий рівень концентрації амонію у воді не впливав на результат експерименту у межах вимірних концентрацій.

Встановлено, що питома величина показника виділенняамонійного азоту різними особинами коливалася в межах від 37 до 153 мг/кг живої маси на добу, а середня статистична величина склала $96,7 \pm 31,12$ мг амонійного азоту на 1 кг живої маси.

Деякі суттєві відхилення щодо окремих осіб (№№ 8, 16, 17) мабуть можна пояснити їх індивідуальним фізіологічним станом, зокрема рівнем нагодування.

Залежність величини виділення загального амонію від маси тварини в досліджуваному діапазоні була мінімальна і слабо- негативна (коефіцієнт кореляції Пірсона мінус 0,08276).

Таким чином, при розрахунках системи біологічного очищення циркулюючої води для вирощування молоді червоноклішневого раку слід керуватися отриманою нами величиною питомого виділення амонійного азоту – 97 мг/кг живої маси на добу при кінцевій середній масі особин, що підрощуються.

Проведені нами дослідження дозволили визначити середні питомі величини споживання кисню та виділення амонійного азоту австралійським червоноклішневим раком на етапі вирощування посадкового матеріалу до середньої маси близько 15 г. Отримані дані можуть бути використані для розрахунку системи життєзабезпечення.

3.5. Вплив щільності посадки на результати вирощування молоді

У віці 45 діб після вилуплення отримана молодь середньою масою 0,24-0,26 г була висаджена в три однакові акваріуми з циркуляцією та очищенням води об'ємом по 180 л і вирощувалась протягом 60 діб за різної щільності посадки. Температура води підтримувалась у діапазоні 27-29°C. Основні гідрохімічні

показники відповідали вимогам нормативів для УЗВ. Годували раків кормом для декоративних риб та ракоподібних «TetraWafer Mix» (Німеччина) – з розрахунку 10% на добу від їхньої маси. Основні результати дослідження наведено у таблиці 3.8.

В результаті проведених досліджень встановлено, що найбільша кінцева маса особин $4,12 \pm 0,72$ г була отримана за щільності посадки 80 шт./м² ємності. Подальше збільшення щільності посадки призвело до закономірного зниження кінцевої середньої маси особин.

В першому варіанті маса особин достовірно відрізнялася від двох інших варіантів густини посадки. Достовірних відмінностей між варіантами із щільністю посадки 120 і 160 шт./м² не відзначено ($2,81 \pm 0,26$ г та $2,44 \pm 0,35$ г відповідно).

Таблиця 3.8. – Результати вирощування молоді залежно від щільності посадки

Показники	Щільність посадки, шт/м ²		
	80	120	160
Період досвіду, добу.	60	60	60
Кількість особин в ємності, шт.	36	54	72
Вживання, шт. %	27 75,0	33 61,1	41 56,9
Середня маса, г: вихідна кінцева	$0,25 \pm 0,03$ $4,12 \pm 0,72$	$0,24 \pm 0,02$ $2,81 \pm 0,26$	$0,26 \pm 0,03$ $2,44 \pm 0,35$
Абсолютний приріст маси, г	3,87	2,57	2,18
Загальна біомаса, г: вихідна кінцева	9,0 111,2 4	13,0 92,73	18,7 175,6 8
Абсолютний приріст біомаси, г	102,2 4	79,73	156,9 8
Питома швидкість зростання	0,005	0,006	0,007
Середньодобовий приріст,	0,065	0,043	0,036

Г			
Коефіцієнт варіації помасі, %:			
вихідний	12,0	8,3	11,5
кінцевий	17,48	9,25	14,34
Витрата корму, г	108,4	134,8	251,2
	4	6	
Витрати корму, г/г приросту біомаси	1,06	1,69	1,60
Продуктивність, г/м ²	247,2	206,1	274,7

*Різність достовірна при $P < 0,01$

Зі зростанням щільності посадки закономірно знижувалися такі показники, як абсолютний приріст середньої маси особин (з 3,9 до 2,57 та 2,18 г), їх середньодобовий приріст (з 0,065 до 0,043 та 0,036) виживання (з 75,0 до 61,1 та 56,9%).

Найкращий показник кормових витрат на приріст біомаси раків (1,1) також відзначений у варіанті з найменшою густиною посадки. Він виявився нижчим за другий і третій варіант досвіду на 55 і 46% відповідно.

Разом з тим такі показники, як загальна біомаса раків наприкінці вирощування (175,68 г), її абсолютний приріст (156,98 г) і, зрештою, продуктивність (274,7 г/м²) виявилися вищими у третьому варіанті досвіду з найбільшою густиною посадки. Це можна пояснити більшою кінцевою чисельністю особин наприкінці досвіду. При цьому слід зазначити, що у другому та третьому варіантах з більшою щільністю посадки коефіцієнти варіації за масою (9,25% та 14,34% відповідно) виявилися помітно нижчими, ніж у першому варіанті досвіду – 17,48%.

Таким чином, щільність посадки раків 80 шт./м² сприяла вищій швидкості зростання особин, але більшого розкиду середньої маси особин наприкінці етапу вирощування. Збільшення щільності посадки молоді до 120-160 шт./м² знижувало швидкість зростання та кінцеву масу особин, але сприяло зниженню її варіабельності за масою.

3.6. Годування червоноклішневих раків личинками мухи *Musca domestica*

Як уже говорилося вище, при вмісті маточного стада та молоді нами

використовувався акваріумний корм для декоративних риб та ракоподібних фірми «Tetra» (Німеччина) – «TetraWafer Mix»

Як уже зазначалося, вартість даного комбікорму досить висока - що і призвело нас до спроби вивчити можливість годування молоді австралійського червоноклішневого раку замороженими личинками кімнатної мухи *Musca domestica*. [31]

Відомо, що личинки кімнатної мухи або опариші містять 30% сухої речовини, з яких 54% посідає сирий білок, що робить їх перспективним кормом для молоді риб. При поїданні личинок гідробіонти отримують лізину - 38%, метіоніну - 28%, треотину-31%, білка 16-18% (за сирою вагою) (Привезенцев, Серветник, 1979; Серветник, 1982). Личинки мух містять у своєму складі хітин, який необхідний ракоподібним для формування при періодичних линяннях свого екзоскелета - панцира.

Дослідження проводили 58 діб у трьох однакових описаних вище акваріумах. У кожен із них також садили по 20 особин. У першому раків годували акваріумним кормом (контроль), у другому – личинками мух, у третій половину раціону (за сухою вагою) становив комбікорм, а половину – личинки (табл. 3.9).

Найбільші питома швидкість зростання молоді (0,029 та 0,030), абсолютний приріст біомаси (146,36 та 149,88 г), середньодобовий приріст (0,17 г) та продуктивність (418,13 та 425,96 г/м²) відзначені в обох варіантах досвіду з використанням личинок мух, проте статистична обробка даних показала, що відмінності середньої маси особин наприкінці експерименту порівняно з контролем не є достовірними ($P > 0,05$). Разом з тим привертає увагу більше виживання особин у контролі. Це можна пояснити меншою швидкістю зростання раків, оскільки в цьому випадку нижчий рівень прояву канібалізму – головна причина зниження виживання ракоподібних у цих умовах.

Таблиця 3.9 - Основні рибоводні показники в залежності від виду корму

Показники	Вид корму		
	Комбік орм (контроль)	Личин ки мух	Комбіко орм + личинки мух
Початкова густинаш т./м ² посади,	44	44	44
Вживання, шт. %	19 95	16 80	16 80
Середня маса, г: вихід на кінцева	2,08±0,2 9,27±0,9	2,09±0,1 11,76±1,	2,09±0,2 11,98±1,
Абсолютний приріст маси, г	7,19	9,67	9,89
Загальна біомаса, г: вихідна кінцева	41,6 176,1	41,8 188,2	41,8 191,7
Абсолютний приріст біомаси, г	134,5 3	146,3 6	149,88
Питома швидкість зростання	0,025	0,02 9	0,030
Середньодобовий приріст, г	0,12	0,17	0,17
Коефіцієнт варіації за масою, %:початковий кінцевий	9,62 10,14	9,09 16,41	11,48 12,86
Витрата корму, г	157,7 5	533,1 1	79,35+ 256,99 = 336,34
Витрати корму, г/гбіомаси приросту	1,17	3,64	0,53 + 1,72 = 2,25
Витрати корму, руб. приростубіомаси	2,19	0,31	0,97 + 0,14 = 1,11
Продуктивність, г/м ²	391,4 0	418,1 3	425,96

Відмінності у витратах корму на приріст (г/г) цілком закономірні, найбільш

показові і значні вони у грошах. У контролі на 1 г приросту біомаси вартість витраченого корму в 2 рази вища, ніж при використанні змішаного раціону та в 7 разів, ніж при годівлі лише личинками.

Результати біохімічних досліджень м'яса вирощених раків представлені в таблиці 3.10 і показали несуттєві відмінності отримані результати. Однак, незважаючи на те, що наведені дані не можуть претендувати на статистичну достовірність, все ж таки хочемо відзначити, деяку тенденцію до зниження вмісту в м'ясі білка та його калорійності у раків, які отримували у своєму раціоні личинок кімнатної мухи.

Таблиця 3.10 - Хімічний склад м'яса та його енергетична цінність

Показник	Вид корму		
	Комбікорм (контроль)	Комбікорм + личинки мух	Личинки мух
Вода, %	79,05	79,17	80,60
Білок, %	18,60	18,70	17,1
жир, %	0,89	0,87	0,70
Зола, %	1,46	1,43	1,43
Енергетична цінність, Ккал	83	80	76

Аналіз жирнокислотного складу жирів м'яса австралійських червоноклішневих раків показав високий вміст поліненасичених жирних кислот (табл. 3.11), які відомі як необхідні для нормального зростання та розвитку організму людини.

Люди, які регулярно споживають їжу, що містить ці речовини, значно рідше хворіють на серцево-судинні захворювання і не мають атеросклеротичних ушкоджень. Інші показники, такі як рівень тригліцеридів, артеріальний тиск і пульс, були також кращими, ніж у інших груп населення. Управлінням контролю за продуктами та ліками США визнано, що споживання поліненасичених жирних кислот знижує ризик розвитку ішемічної хвороби

серця. Уряд Канади також визнав важливість цих кислот підтримки нормального розвитку мозку, очей і нервів.

Таблиця 3.11. Основні жирні кислоти м'яса, % від суми жирних кислот

Назва	Ши фр*	Комбіко рм (контроль)	Комбікор м + личинки мух	Личин ки мух
Лаурінова	12:0	-	-	0,259 0
Міристинова	14:0	0,9970	0,9550	0,937 2
Пентадеканова	15:0	0,6846	7,4540	0,725 6
Пальмітінова	16:0	24,137 0	25,333 0	26,82 30
Гептадеканова	17:0	-	0,9320	1,222 0
Стеаринова	18:0	7,7970	8,5210	8,654 0
Арахінова	20:0	0,7228	0,9376	0,910 0
Генейкозаптенова	21:0	0,1766	0,3125	0,081 5
Пентадеценава	15:1	0,5460	1,5660	0,249 7
Пальмітолеїнова	16:1	5,1650	6,3465	6,557 7
Гептадеценава	17:1	-	0,4877	0,328 2
Олеїнова	18:1	24,371 0	24,151 0	25,28 90
Ейкозаєнова	20:1	3,3121	2,9850	3,461 9
Лінолева	18:2	5,4330	13,439 9	12,37 78
Ейкозадієнова	20:2	0,5413	1,0980	0,728 8
Ліноленова	18:3	1,1481	-	0,786 8
Ейкозатрієнова	20:3	0,4713	0,8619	0,576 9
Октадекатетраєно ва	18:4	0,2607	0,6410	0,255 5
Арахидонова	20:4	0,1049	-	0,009

				2
Ейкозапентаєнова	20:5	1,0810	2,5390	0,685 2
Докозадієнова	22:2	23,042 0	-	8,976 0
Сума ненасичених:		34,515 0	44,960 9	39,61 23
Сума мононенасичених		33,394 1	35,536 2	35,88 65
Сума поліненасичених		32,082 3	18,579 8	24,39 62

* перша цифра – кількість атомів вуглецю, друга – кількість подвійних зв'язків

Цікаво відзначити й відмінності отриманої молоді щодо забарвлення тіла. У варіантах експерименту, де до раціону молоді раків включали комбікорм «TetraWafer Mix», воно наприкінці досвіду мало темно-зелене або темно-синє забарвлення, а клешні переважно синій колір. Таке забарвлення й у особин цього виду з природних водойм. Раки, яких годували виключно личинками кімнатної мухи, були пофарбовані значно слабше і мали світло-блакитне або злегка буре забарвлення тіла та клешен.

Забарвлення ракоподібних переважно залежить від наявності пігментів – каротиноїдів, переважно астаксантину. Астаксантин має червоний колір. Однак у раків астаксантин взаємодіє з білком крустоціаніном, що утворюється в результаті каротино-протеїновий комплекс дає різні варіанти зеленого та синього забарвлення. У дорослих раків значну частину пігментів локалізовано в кутикулі. При термічній обробці відбувається руйнування даного комплексу, що є причиною зміни кольору раків у процесі варіння на червоний. Ракоподібні не здатні самі виробляти астаксантин і одержують його з кормом. Світле забарвлення особин формуються у трьох основних випадках: нестачі освітленості, білому або світлому кольорі дна та нестачі астаксантину в організмі. Оскільки умови утримання особин у всіх трьох варіантах експерименту були ідентичні, розбіжності, що спостерігаються в забарвленні, мабуть, були наслідком недостатнього вмісту астаксантину в личинках мухи. При цьому слід зазначити, що при змішаному годуванні (комбікорм і личинки

мухи) кількість астаксантину, що надходить, було достатньою для формування у особин природного більш темного забарвлення. [29]

Загалом результати проведеного експерименту показують можливість та перспективність вирощування молоді червоноклішневого раку під час годування личинками кімнатної мухи.

ВИСНОВКИ

На підставі проведених досліджень рибоводно-біологічних особливостей вирощування посадкового матеріалу австралійських червоноклішневих раків в УЗВ можна зробити такі висновки:

1. В умовах, що вивчаються, середня маса самок, які вперше відкладають ікру, становила 31,6 г. Період розвитку ікри під абдоменом при середній температурі води 24°C становив 40-45 діб. Липки, що вилупилися, знаходилися на абдомені самки і переживали три линкові стадії, набуваючи всіх рис будови дорослої особини за 15 діб. Середній вихід молоді через два тижні після того, як вона залишала самок ($n = 11$), становив 182 екз.
2. Вміст білка та глюкози у складі гемолімфи самців і самок не мало достовірних відмінностей та характеризувалося такими значеннями: 38,56 г/л та 0,15 ммоль/л відповідно.
3. При вирощуванні молоді віком 143 діб з моменту вилуплення (середня маса особин 10,9 г) встановлено відсутність достовірних відмінностей самців та самок однієї генерації по кінцевій масі (10,6 та 11,1 г) довжиною тіла (77,3 та 78,4 мм), травмованості (28,0 та 30,8%).
4. Найбільші питома швидкість зростання молоді – 0,042, абсолютний приріст біомаси – 8,03 г, середньодобовий приріст – 0,134 г та продуктивність 245 г/м² та мінімальні витрати корму (0,9 кг/кг приросту ваги) досягнуті при температурі води 27,1-29 °C. Температури нижче 25°C та вище 29°C знижували питому швидкість зростання молоді раків. Питома швидкість зростання молоді, абсолютний приріст середньої маси, середньодобовий приріст, витрати корму і виживання при температурі води 25,1-27,0°C були зіставні з такими за температури води 27,1-29,0°C.
5. Питоме споживання кисню при середній масі особини 7,2 г становило 871,1 мг кисню на 1 кг живої маси на годину і знижувалася до 427,7 мг/кг на годину зі зростанням маси особини до 14,8 г. Питоме виділення амонійного азоту не залежало від маси особин у діапазоні 7,6-23,8 г (середня - 14,2 г) і склала 96,7 мг/кг на добу (4,03 мг/кг на годину).

6. Достовірно найбільша кінцева маса особин 4,1 г отримана при щільності посадки 80 шт./м² ємності з найкращим показником кормових витрат на приріст біомаси раків (1,1 кг/кг) та 75,0% виживання. Достовірних відмінностей по кінцевій масі особин між варіантами із щільністю посадки 120 та 160 шт./м² не відзначено (2,8 г та 2,4 г відповідно). Продуктивність раків (274,7 г/м²) виявилися вищими у варіанті досвіду з найбільшою щільністю посадки (160 шт./м²), проти 247,2 г/м² при щільності посадки 80 шт./м² та 206,1 г/м² при густини 120 шт./м², що можна пояснити більшою чисельністю особин наприкінці досвіду.

7. Найбільші питома швидкість зростання молоді (0,029 та 0,030), абсолютний приріст біомаси (146,4 та 149,9 г), середньодобовий приріст (0,17 г) та продуктивність (418,1 та 426,0 г/м²) відзначені в обох варіантах, що використовували в раціоні личинок мух, проте відмінності середньої маси особин наприкінці експерименту порівняно з годуванням комбікормом не є достовірними ($P > 0,05$). При годівлі комбікормом на 1 г приросту біомаси вартість витраченого корму у 2 рази вища, ніж при використанні змішаного раціону та у 7 разів, ніж при годівлі лише личинками.

8. Визначено базові техніко-економічні характеристики циркуляційної установки у перерахунку на 1000 шт. посадкового матеріалу, що вирощується, червоноклішневого раку середньою масою 15 г на 1 цикл вирощування.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

На підставі зроблених висновків за результатами роботи можна рекомендувати:

1. При розрахунках потреби у самках австралійського червоноклішневого раку для забезпечення господарства молоддю середньою масою 0,25 г, рекомендується приймати середній вихід такої молоді – 180 екз. від однієї самки;

2. На етапі вирощування посадкового матеріалу до віку 143 діб з моменту вилуплення (10-15 г) вирощування раку окремо по підлозі не потрібне.

3. Для ефективного вирощування посадкового матеріалу австралійського раку рекомендується температурний діапазон від 27,1 до 29,0°C.

4. При розрахунках кисневих потреб молоді червоноклішневого раку слід керуватися запланованою кінцевою середньою масою особин: при масі 3-10 г - 871 мг/кг живої маси на годину; при масі 10-20 г – 428 мг/кг на годину.

5. При розрахунках системи біологічної очистки циркулюючої води слід керуватися величиною питомого виділення амонійного азоту – 97 мг/кг живої маси на добу при кінцевій середній масі особин, що підрощуються від 7 до 24 г.

6. Для ефективного вирощування посадкового матеріалу австралійського раку щільність посадки, що рекомендується, становить 80 шт./м² ємності.

7. З метою зниження вартості витрат на комбікорми та підвищення ефективності вирощування молоді можлива часткова (50%) або повна заміна комбікорму на личинок кімнатної мухи *Musca domestica*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александрова, Є.М. Вирощування річкових раків у ставках на сформованій кормовій базі / О.М. Александрова // Зоотехнія. – 2015. – № 10. – С. 7-8.
2. Бродський, С.Я. Вирощування річкового раку в ставках рибоводних господарств/С.Я. Бродський. - 1958. - 9 с.
3. Бродський, С.Я. Розведення річкових раків/С.Я. Бродський // Рибництво і рибальство. - 1962 № 3. - С. 14-16.
4. Крючков, В.М. Інверсія статі австралійського раку за рахунок усунення від видового температурного оптимуму / В.М. Крючков, І.В.Мельник, Є.Г. Васильєва // Природничі науки. – 2015. – № 3 (52). – С. 103-108.
5. Супрунович, А.В. Аквакультура безхребетних/О.В. Супрунович. Київ: Наукова думка, 1988. - 156 с.
6. Суцєня Л.М. Інтєнсивність дихання ракоподібних/Л.М. Суцєня.- Київ: «Наукова думка».-1972.- 195 с.
7. Тирін, Д.В. Споживання кисню камчатським крабом та американським омаром за різної температури води / Д.В. Тирін, Н.П. Ковачова // Збірник праць 2 з'їзду НАСЄЕ «Аквакультура Центральної та Східної Європи: сьогодення та майбутнє», 17-19 жовтня / «Pontos», Кишинів. – 2011. – С. 259.
- 8.Тирін, Д.В. Технологія утримання американського омара (*Homarus americanus*) в умовах аквакультури/Д.В. Тирин // Збірник праць «Проблеми аквакультури» / «Аква-Лого» – 2009. – Вип. 3. – С. 12.
9. Тирін, Д.В. Споживання кисню та інтенсивність дихання гігантської прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* у штучних умовах / Д.В. Тирін, В.А. Арістангалієва // Аграрна наука. - 2013 - 2. - С. 1-10.
10. Хофштеттер, К.В. Креветки та раки в акваріумі / К.В. Хофштеттер. – К.: 2008. – 118 с.
11. Цукєрзіс, Я.М. Досвід інкубування ікри широкопалих раків/Я.М. Цукєрзіс.- Тр. АН ЛІТ. РСР, 1962. - Сер. Би, Т. 2(28).

12. Цукерзіс, Я.М. Розмноження широкопалих раків у штучних умовах/Я.М. Цукерзіс. - Тр. АН ЛІТ. РСР, 1965. - Серія В. - Т. 1 (36).
13. Цукерзіс, Я.М. Досвід підрощування широкопалого раку у штучних умовах / Я.М. Цукерзіс, Є.А. Тамкявічене// Лімнологія. Матеріали XIV конференції з вивч. внутр. водойм Прибалтики.- Т.3, Ч. 2.- Рига.- 1968.
14. Barki, A. Annual cycle of spawning and molting in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, під laboratory conditions / A. Barki, T. Levi, G. Hulata, I. Karplus// *Aquaculture*. 1997.-V. 157. - P. 239-249.
15. Crandall, KA Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, і Parastacidae, Decapoda) в freshwater / KA Crandall, JEBuhay // *Hydrobiologia*.- 2008.- V. 595.- P. 295-301.
16. Drengstig, A. Innovations в land-based recirculating aquaculture systems до produce market sized european lobster in Norway / A. Drengstig // *Aquaculture Europe*.-2009.- V. 34.- n. 4. - P. 5-9.
17. FAO. 2013. *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) at <http://www.fao.org> (01.07.13) FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture.- 2012.- Rome.- 209 p. FAO. 2013. *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) at: <http://www.fao.org> (01.07.13).
18. Jones, CM b Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens) (Decapoda, Parastacidae) II. Juvenile nutrition and habitat /CM Jones// *Aquaculture*.- 1995.- V. 138.- P. 239-245.
19. Jones, CM, Російський ІМ Assessment of stocking size and density in production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions /CM Jones // *Aquaculture*.- 2000.- V. 189.- P. 63-71.
20. Karplus, I. Soft red patch of Australian freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)): a review and prospects for future research/ I. Karplus, A. Sagi, I. Khalaila, A. Barki // *J. Zool., Lond.*- 2003.- V. 259.- P. 375-379.
21. King, CR bPotential fecundity of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, in culture / CR King // *Aquaculture*.- 1993.- V. 114.- P. 237-241.

22. Lawrence C. Chapter 17. Cherax. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich DM (Ed.) - UK, Oxford: Blackwell Science / C. Lawrence, C. Jones. – 2002. – P. 635-670.
22. Masser, MP, Rouse DB Australian red claw crayfish / MP Masser// Southern Regional Aquaculture Center.- 1997.- V. 244.- P. 1-8.
24. Meade, ME Effects of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish.
25. Cherax quadricarinatus / ME Meade, JE Doeller, DW Kraus, SA Walls // Journal of the World Aquaculture Society. - 2002. 2.- P. 188-198.
26. Medley, PB Interactions and disease relationships між Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) і red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) в комунальній культурі ponds / PB Medley, DB Rouse, YJ Brady // Freshwater Crayfish. – P. 50-56.
27. Parnes, S. Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* культури I. Hatchery і nursery system / S. Parnes, A. Sagi // Aquacultural Engineering.- 2002.- V. 30.- P. 251-262.
28. Rodgers, LJ The effects of monosex culture and stocking density on survival, growth and yield of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) в earthen ponds / LJ Rodgers, PI Saoud, DB Rouse // Aquaculture. 2006. - V. 259. - P. 164-168.
29. Romero, XM Production of redclaw crayfish in Ecuador / XM Romero // World Aquaculture. 1997. - V. 28. - n. 2. - P. 5-10.
30. Souty-Grosset, C. Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle. Paris (eds.), / C. Souty-Grosset, DM Holdich, PY Noël, JD Reynolds, P. Haner.- 2006.- 187 p.
31. Thomas, L. Clinical Laboratory Diagnostics, 1st ed. - Frankfurt: TH-Books / L. Thomas.-1998. - P. 200-350.
32. Thompson, KR Evaluation of practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, for juvenile Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) / KR Thompson, LA Muzinic, LS Engler, CD Webster //

Aquaculture. 2005.- V. 244.- P. 241-249.

33. Tyrin, D. Consumption of dissolved oxygen by Red King краби American lobster under artificial conditions. / D.Tyrin, NP Kovatcheva // Abstracts of contributions presentd at «Aquaculture Europe 2011», Rhodos, Greece, October 17-19. - 2011-P. 585.

34. Wade, NM Mechanisms of color adaptation in the prawn *Penaeus monodon* / NM Wade, M. Anderson, MJ Sellars, RK Tume, NP Preston, BD Glencross // J. Exp. Biol.- 2012.- V. 215.- P. 343-350.