

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

КРУГЛИЙ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 639.515.082

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РАКОПОДІБНИХ В
УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ В УМОВАХ
НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ АКВАКУЛЬТУРИ
ПОЛІСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ А.О. Круглий

Керівник роботи:
Віта ТРОХИМЕНКО
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

№ __ від «__» _____ 2025 р.

В.о. завідувача кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури

Діна ЛІСОГУРСЬКА

«__» _____ 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **КРУГЛИЙ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ** захистив
кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

Тетяна ПОПАДІЮК

АНОТАЦІЯ

Круглий А.О. Аналіз технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу в умовах навчальної лабораторії аквакультури Поліського університету – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 – Водні біоресурси та аквакультура. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У кваліфікаційній роботі здійснено аналіз технології вирощування австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого водопостачання. Вивчено та проаналізовано фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків. Здійснено моніторинг фізико-хімічних параметрів води та їх вплив на життєдіяльність австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого водопостачання (температура, рН, рівень кисню).

Ключові слова: ракоподібні, установка замкнутого водопостачання, австралійський червоноклешневий рак, температура води, рН, рівень кисню.

ANNOTATION

Krugly A.O. Analysis of the technology of growing crustaceans in closed-cycle installations in the conditions of the aquaculture training laboratory of the University of Polissia. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 207 - Water bioresources and aquaculture. - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work analyzed the technology of growing Australian red-clawed crayfish in closed water supply facilities. The factors affecting the growth and development of Australian red-clawed crayfish were studied and analyzed. The physical and chemical parameters of water and their impact on the life of Australian red-clawed crayfish in closed water supply facilities (temperature, pH, oxygen level) were monitored.

Key words: crustaceans, closed water system, Australian red claw crayfish, water temperature, pH, oxygen level

Зміст

Анотація.....	3
Вступ.....	5
Розділ 1. Огляд літератури	8
1.1. Глобальне зростання промислу ракоподібних у світі	8
1.2. Форма і функція зовнішніх ознак ракоподібних. Загальні риси	10
РОЗДІЛ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень.....	14
2.1. Місце та умови проведення досліджень.....	14
2.1.1. Короткі відомості про підприємство.....	14
2.1.1.1. Характеристика лабораторії аквакультури Поліського національного університету	14
2.1.1.2. Основні напрями діяльності лабораторії	14
2.1.1.3. Матеріально-технічне забезпечення лабораторії	15
2.2. Матеріал та методика проведення досліджень.....	16
РОЗДІЛ 3. Результати дослідження	18
3.1. Сучасні технології вирощування австралійських червоноклешневих раків у системах замкнутого водопостачання (УЗВ)	18
3.1.1. Основні принципи установок замкнутого водопостачання для вирощування раків	18
3.2. Технологічний процес вирощування австралійських червоноклешневих раків	19
3.3. Переваги використання установок замкнутого водопостачання для вирощування австралійських червоноклешневих раків.....	20
3.4. Фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків	21
3.5. Моніторинг фізико-хімічних параметрів води (температура, рН, рівень кисню)	24
3.5.1. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних температур утримання в установках замкнутого циклу	24
3.5.2. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних показників рН за утримання в установках замкнутого циклу	25
3.5.3. Вплив рівня кисню води на життєдіяльність австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого циклу	27
Висновки	29
Пропозиції виробництву	30
Список використаної літератури	31

Вступ

Актуальність теми дослідження. Ракоподібні — це різноманітна група членистоногих (тип Arthropoda), до якої входять креветки, веслоногі раки, остракоди, піщанини, раки, краби, омари, вусоногі раки. Ракоподібні мають розгалужені (бірамові) придатки, хітиновий і кальцієвий зовнішній скелет, дві пари вусиків, що виступають перед ротом, і парні придатки, які функціонують як щелепи з трьома парами ротових апаратів для гризу. Канцерологи давно сперечалися щодо таксономічної класифікації ракоподібних, з п'ятьма, шістьма або навіть 10 класами, які іноді відносяться до групи на рівні типу, підтипу або надкласу.

У сучасну епоху ракоподібні (краби, креветки та омари) є одними з найвибагливіших морепродуктів, ніж інші види морепродуктів, і, отже, у світовому рибальстві більше домінують ракоподібні. Ракоподібні є одними з найстаріших і найрізноманітніших членистоногих у світі, а також однією з найуспішніших груп безхребетних, з оцінками 40 000 живих видів і понад 150 000 ідентифікованих.

Актуальність цієї кваліфікаційної роботи полягає в розробці технології вирощування австралійського червоноклешневого рака в установках із замкнутим водопостачанням. Розведення цього виду є комерційно вигідним як для харчової промисловості, так і для акваріумістики, оскільки він користується попитом не лише як продукт харчування, а й як декоративний вид. Попри невибагливість австралійського червоноклешневого рака до умов утримання, важливо здійснювати постійний контроль і регулювання параметрів середовища його проживання. До ключових показників належать температура води, рівень кислотності та ступінь її насичення киснем.

Мета кваліфікаційної роботи: аналіз технології вирощування австралійського червоноклешневого рака в установках замкнутого циклу в умовах навчальної лабораторії аквакультури Поліського університету.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити **завдання:**

1. Вивчити матеріально-технічну базу лабораторії аквакультури Поліського національного університету (основні напрями діяльності лабораторії, матеріально-технічне забезпечення);
2. Вибір виду ракоподібних для дослідження (австралійський червоноклешневий рак).
3. Дослідження сучасних технологій вирощування австралійських червоноклешневих раків у системах замкнутого водопостачання (УЗВ).
4. Вивчити фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків.
5. Моніторинг фізико-хімічних параметрів води та їх вплив на життєдіяльність австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого циклу (температура, рН, рівень кисню).
6. Розробка рекомендацій щодо технології вирощування австралійських червоноклешневих раків в УЗВ. Зробити пропозиції виробництву.

Об'єкт досліджень: австралійський червоноклешневий рак.

Предмет дослідження: технологія вирощування австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого циклу. науково-практичної конференції «», яка відбудеться 5-6 червня 2025 року.

Основні положення кваліфікаційної роботи викладені у двох тезах, які опубліковані у збірнику наукових праць VII Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів», 5-6 червня 2025 р. м. Житомир: Поліський національний університет.

1 Круглий А. Фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів*: збірник наукових праць VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 червня 2025 р. м. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.

2. Кухарчук В., Круглий А. Розвиток аквапоніки в Україні. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність*

харчових продуктів: збірник наукових праць VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 червня 2025 р. м. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.

Структура та обсяг роботи: Робота виконана на 35 сторінках комп'ютерного тексту, містить 4 таблиці, 1 рисунок, бібліографія нараховує 41 літературне джерело.

РОЗДІЛ 1

Огляд літератури

1.1. Глобальне зростання промислу ракоподібних у світі

Холоднокровні види, особливо риба та ракоподібні, є основою індустрії аквакультури, відіграючи життєво важливу роль у світовому виробництві їжі. Ці тварини широко вирощуються, що вносить значний внесок у виробництво галузі.

У всьому світі промисел диких десятиногих ракоподібних зростає швидше, ніж промисел будь-якої іншої великої групи, але мало уваги приділяється перевагам, витратам і ризикам цього зрушення. Ми вивчили понад 60 років глобальних даних про вилов риби, щоб оцінити соціально-економічні та екологічні наслідки зміни складу глобального рибальства, і припустити, що прямі та непрямі антропогенні зміни та покращення екосистем продовжують приносити користь ракоподібним. Ракоподібні є одними з найцінніших морепродуктів, але забезпечують низьку поживну цінність і спричиняють 94% прогнозованого збільшення глобальних викидів вуглецю в рибальстві через низьку ефективність вилову. Однозначно зростаючий глобальний попит на розкішні морепродукти супроводжується серйозними екологічними втратами, але також, здається, відкриває можливості для прибуткової риболовлі. Потенціал для більш процвітаючого рибальства несе в собі неоцінені ризики, що підкреслює необхідність тонкого погляду на глобальні компроміси рибальства [1-2]. Вирішення цього унікального набору компромісів вимагатиме суттєвих змін як у науці, так і в управлінні.

Продовжуючи глобальну тенденцію, яка почалася в другій половині 20-го століття, більше людей у країнах, що розвиваються, нових індустріальних і розвинених країнах тепер можуть дозволити собі високоцінні морепродукти, такі як омари, креветки та свіжа риба. Цей розвиток став результатом дедалі більшої глобалізації торговельних систем, у яких свіжі товари, живі чи охолоджені, можуть бути відправлені практично в

будь-який час практично в будь-яку точку планети. У заможніших суспільствах, які надають велике значення сприйманню здорової та вишуканої їжі, морепродукти, як наслідок, піднялися до продукту розкоші та символу соціального статусу. Збільшення рівня споживання морепродуктів, торгівлі та кількості торговельних шляхів значною мірою можна пояснити супутнім зростанням індивідуального добробуту [3-4].

Незважаючи на інновації у виробництві харчових продуктів, дике рибальство є і залишатиметься необхідною умовою глобальної продовольчої безпеки, особливо для вразливих груп людей у прибережних зонах. Хоча зусилля з управління рибальством включають багато історій успіху, численні популяції великих морських хижаків були виснажені, а те, що залишається, часто сильно скорочено за розміром, що є типовою ознакою надмірної експлуатації. Крім того, зменшення чисельності головних хижаків і ключових видів призвело до регіональних трофічних каскадів і вивільнення мезохижаків. Десятиногі ракоподібні, включаючи види крабів, омарів і креветок, утворюють дедалі важливіший компонент цих екологічних переходів [5-6].

Щоб зрозуміти їхню роль і оцінити витрати та ризики зростання вилову ракоподібних, представлені глобальні дані про рибальство з 1950 по 2022 рік разом із інформацією про ціну, харчування та викиди вуглецю для чотирьох основних груп дикого промислу: ракоподібних, головоногих, пелагічної риби та донної риби. З 1990 року відносно збільшення вилову ракоподібних випередило всі інші основні групи видів, причому промисел ракоподібних майже подвоїв свою частку в глобальному вилові, з 4,4% до 7,8%. Навпаки, загальні глобальні висадки суттєво не змінилися протягом цього періоду і демонструють тенденцію до зниження, якщо не враховувати ракоподібних. Незважаючи на те, що найбільший національний внесок у збільшення висадки ракоподібних приписується Китаю, вилов ракоподібних у всьому світі зріс замість зменшення висадки хребетних з участю Китаю чи без нього [7-9].

1.2. Форма і функція зовнішніх ознак ракоподібних. Загальні риси.

Хоча ракоподібні демонструють велику різноманітність форм, основне тіло ракоподібних складається з ряду сегментів. Ці сегменти (соміти) іноді злиті, утворюючи жорсткі ділянки, а іноді вільні, пов'язані між собою гнучкими ділянками, які дозволяють певний рух. Кожен сегмент має потенціал для створення пари відростків, хоча в різних групах ракоподібних у деяких сомітів відростки відсутні. Придатки також з'єднані гнучкими суглобами [10-13].

На передньому, або передньому кінці тіла, є несеgmentована пресементарна область, яка називається акрон. У більшості ракоподібних щонайменше чотири соміти зливаються з акроном, утворюючи голову. На задньому кінці тіла є ще одна несеgmentована область, яка може нести два відростки. Ці два відростки на хвостовій частині тіла сильно відрізняються за формою; у багатьох ракоподібних вони короткі, але в деяких вони можуть бути такими ж довгими, як і решта тіла. Ракоподібні в цілому демонструють великі варіації в кількості сомітів і кількості злиття, яке відбулося [14-16].

Панцир — це широко поширена риса ракоподібних, яка виникає під час розвитку як складка від останнього соміта на потилиці. Він може утворювати широку складку, що тягнеться до задньої частини тулуба, або дорсальної поверхні, як у креветок нотостраканських пуголовків, але часто охоплює весь тулуб, включаючи кінцівки та зябра. У молюскових креветок (підряди *Spinicaudata* і *Laevicaudata*) і остракод панцир розділений на дві «стулки», що надає тваринам вигляду молюска. У багатьох десятиногих панцир висувається вперед, утворюючи роstrum, який часто гостро загострений і зубчастий. Панцир відсутній у аностраканів, бокоплавів, рівноногих і представників надряду *Syncarida*. Вусачі назавжди прикріплюються до твердих поверхонь і використовують свій сильно модифікований панцир для формування мантиї [17-19].

Придатки. Серед придатків ракоподібних існує велика різноманітність, але вважається, що всі різні типи походять або від багаторозгалужених (multiramous) кінцівки класу Cephalocarida або з двогіллястих (biramous) кінцівки класу Remipedia. Двостороння кінцівка зазвичай має базальну частину, або протоподіт, що несе дві гілки, внутрішній ендоподіт і зовнішній екзоподит. Протоподит може сильно відрізнятися за своїм розвитком і може мати додаткові частки як на внутрішньому, так і на зовнішньому краю, які називаються, відповідно, ендитами та екзитами. Ходячі ноги багатьох малакостраканців стали однорідними через нездатність розвинути екзоподит [20-22].

Варіації в послідовності придатків і морфології значною мірою визначають різні групи ракоподібних. Якщо починати з голови ракоподібних і рухатися до задньої частини, зазвичай зустрічаються такі відростки: вусики, нижні щелепи; верхньої щелепи, або власне верхньої щелепи; і змінна кількість кінцівки тулуба. Усі кінцівки тулуба можуть бути подібними, як у аностраканів і класів Cephalocarida та Remipedia, або вони можуть бути диференційовані в різні групи. У веслоногих перша пара тулубних кінцівок використовується для збору їжі. У десятиногих є три групи парних щелепногих. У веслоногих за верхньоногими йдуть чотири пари плавальних ніг, п'ята пара іноді сильно модифікована для репродуктивних цілей, а іноді зводиться до простого залишку. Позаду десятиногих щелепногих є п'ять пар грудних кінцівок, різна кількість яких може містити кліщі. У крабів є одна очевидна пара, але у деяких креветок може бути до трьох пар менш помітних кліщів. Черевце десятиногих зазвичай має шість пар двоядерних придатків, які використовуються для плавання у багатьох креветок і креветок, тоді як у крабів і раків перші дві пари у самців модифіковані, щоб допомогти передачі сперми під час спарювання. Остання пара черевних кінцівок часто відрізняється від інших і називається уropод с. У креветок і омарів уropодії разом з тельсоном утворюють віяло хвоста [23-25].

Придатки змінюють як свою форму, так і свої функції протягом життєвих циклів більшості ракоподібних. У більшості дорослих аннулі і вусики є органами чуття, але в личинки наупліуса вусики часто використовуються як для плавання, так і для годування. Відростки в основі антен можуть допомогти нижній щелепі - штовхає їжу в рот. Мандибули наупліуса мають дві гілки з жувальною або стискаючою часткою біля основи; їх також можна використовувати для плавання. У дорослої особини нижня щелепа втрачає одну з гілок, іноді зберігаючи іншу як пальпу, а основа може розвинути в потужну щелепу. Альтернативний розвиток зустрічається у деяких кровосисних паразитів, у яких мандибули утворюють голчасті стилети для проколювання своїх господарів [26-28].

Екзоскелет. Зовнішній покрив ракоподібних по-іншому називають покривом, кутикулою або зовнішнім скелетом. Він захищає тіло та забезпечує місця прикріплення м'язів. Товщина кутикули може бути різною: від тонкої гнучкої мембрани, як у деяких паразитичних веслоногих молюсків, до масивного твердого панцира, як у крабів. Кутикула виділяється одним шаром клітин, який називається епідермісом. Зовнішній шар, або епікутикула, позбавлений хітин, присутній у товстіших внутрішніх шарах, або прокутикула. Прокутикула складається з шарів хітинових волокон, перемішаних з білками та, у багатьох видів, із солями кальцію [29-30].

Типовий ракоподібний представник росте в кілька стадій, або линяє. Жорсткий екзоскелет запобігає будь-якому збільшенню розмірів, за винятком моменту линьки. Послідовність подій під час линьки можна розділити на чотири основні етапи:

- 1 Проекдиз, або передлинька, — це період, протягом якого кальцій резорбується зі старого зовнішнього скелета в кров. Епідерміс відділяється від старого зовнішнього скелета, утворюються нові щетинки, і виділяється новий екзоскелет.

- 2 Екдизис або фактичне відшарування старого екзоскелета, відбувається, коли старий екзоскелет розколюється вздовж попередньо

сформованих ліній. У омара він розколюється між панциром і черевцем, і тіло витягується через отвір, залишаючи старий екзоскелет майже недоторканим. У рівноногих екзоскелет складається з двох частин; передню частину можна відлити через кілька днів після задньої. Відразу після шелушення ракоподібні роздуваються від швидкого поглинання води.

3 Метекдиз або постлинька, — це стадія, на якій м'яка кутикула поступово твердне і кальцифікується. В кінці цього етапу кутикула готова.

4 Інтерлинька – це період різної тривалості, від кількох днів у малих форм до року чи більше у деяких великих форм. Деякі ракоподібні, пройшовши серію линьок, досягають стадії, коли вони більше не линяють; це називається атермінальний анекдиз. Процес линьки знаходиться під гормональним контролем [31-33].

Отже, ракоподібні відіграють важливу роль у світовій промисловості аквакультури, забезпечуючи стійкий білок для задоволення зростаючих потреб зростаючого населення. Хоча існують проблеми, пов'язані з екологічною та економічною стійкістю, постійний прогрес у технологіях і методах ведення сільського господарства прокладає шлях до більш відповідального майбутнього. Впроваджуючи ці інновації, аквакультура може продовжувати процвітати, одночасно зменшуючи свій вплив на навколишнє середовище.

Ракоподібні є основною групою, що належить до підтипу членистоногих, часто використовується як їжа для тварин і людей. Крім того, у всьому світі зареєстровано щонайменше від 50 000 до 75 000 видів ракоподібних. Ці істоти, зокрема краби, креветки, раки, омари та інші десятиногі, також є найважливішим джерелом тваринного білка для людської популяції, а також є важливою стійкою частиною сучасної культури та торгівлі, біомедицини та економічного розвитку, естетики, гастрономії, геології та багатьох інших галузей.

Розділ 2. Матеріал, методика, місце та умови проведення досліджень

2.1. Місце та умови проведення досліджень

2.1.1. Короткі відомості про підприємство

2.1.1.1. Характеристика лабораторії аквакультури Поліського національного університету.

Місцерозташування лабораторії – м. Житомир, вул. Корольова, 39. Лабораторія аквакультури є структурним підрозділом кафедри біотесурсів, тваринництва та аквакультури факультету ветеринарної медицини та тваринництва Поліського національного університету.

Лабораторія аквакультури Поліського національного університету є сучасним науково-дослідним та навчальним центром, призначеним для вивчення та впровадження передових технологій у сфері вирощування водних біоресурсів. Вона оснащена всім необхідним обладнанням для дослідження та контролю параметрів водного середовища, що дозволяє проводити експерименти з різними видами риб, ракоподібних та інших гідробіонтів.

2.1.1.2. Основні напрями діяльності лабораторії.

Навчальний процес – забезпечення практичної підготовки студентів спеціальностей, пов'язаних з рибництвом, аквакультурою та екологією.

Наукові дослідження – проведення експериментів з оптимізації умов утримання та розведення водних організмів, вивчення впливу факторів навколишнього середовища на їх ріст і розвиток.

Розробка технологій – удосконалення методів штучного розведення риб і ракоподібних, у тому числі в установках замкнутого водопостачання.

Екологічний моніторинг – аналіз якості води та вивчення екологічного стану водойм з метою збереження біорізноманіття.

2.1.1.3. Матеріально-технічне забезпечення лабораторії.

В лабораторії аквакультури Поліського національного університету наявне матеріально-технічне забезпечення:

Системи замкнутого водопостачання (УЗВ) для вирощування риб і ракоподібних.

Лабораторне обладнання для аналізу хімічного складу води (рН-метри, оксиметри, спектрофотометри тощо).

Аераційні та фільтраційні системи, що забезпечують оптимальні умови для життєдіяльності аквакультурних організмів.

Ємності для утримання різних видів гідробіонтів (акваріуми, басейни, спеціалізовані резервуари).

Навчальна лабораторія аквакультури Поліського національного університету активно взаємодіє з підприємствами рибного господарства, науково-дослідними установами та екологічними організаціями з метою розвитку інноваційних технологій у сфері аквакультури. Співпраця спрямована на вдосконалення методів вирощування водних біоресурсів, підвищення ефективності виробництва та збереження екологічної рівноваги у водних екосистемах.

Основними напрями співпраці з бізнесом можна відмітити: спільна розробка та впровадження сучасних технологій вирощування риб і ракоподібних у промислових масштабах, консультування рибницьких господарств щодо оптимізації умов утримання та годівлі гідробіонтів, виконання контрактних досліджень для аквакультурних підприємств, спрямованих на покращення продуктивності та якості вирощуваних організмів. організація тренінгів і курсів для спеціалістів рибного господарства з питань інноваційних методів аквакультури.

Основними напрями співпраці з науковими установами можна виділити: участь у міжнародних та національних наукових проєктах, присвячених розвитку аквакультури, спільні наукові дослідження з

інститутами рибного господарства та екології, спрямовані на вивчення впливу факторів навколишнього середовища на водні організми, обмін досвідом, публікаціями та новітніми розробками у сфері екологічно безпечних методів розведення риб і ракоподібних. проведення конференцій, семінарів і круглих столів з питань сталого розвитку аквакультури.

Завдяки співпраці з бізнесом та науковими партнерами лабораторія аквакультури Поліського національного університету сприяє впровадженню передових технологій у рибництво, забезпечуючи сталий розвиток галузі та підготовку висококваліфікованих фахівців.

2.2. Матеріал і методика дослідження

Дослідження проведені на базі лабораторії аквакультури Поліського національного університету.

Мета кваліфікаційної роботи: аналіз технології вирощування австралійського червоноклешневого рака в установках замкнутого циклу в умовах навчальної лабораторії аквакультури Поліського університету.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити **завдання:**

1. Вивчити матеріально-технічну базу лабораторії аквакультури Поліського національного університету (основні напрями діяльності лабораторії, матеріально-технічне забезпечення);
2. Вибір виду ракоподібних для дослідження (австралійський червоноклешневий рак).
3. Дослідження сучасних технологій вирощування австралійських червоноклешневих раків у системах замкнутого водопостачання (УЗВ).
4. Вивчити фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків.
5. Моніторинг фізико-хімічних параметрів води та їх вплив на життєдіяльність австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого водопостачання (температура, рН, рівень кисню).

6. Розробка рекомендацій щодо технології вирощування австралійських червоноклешневих раків в УЗВ. Зробити пропозиції виробництву.

Об’єкт досліджень: австралійський червоноклешневий рак.

Предмет дослідження: технологія вирощування австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого водопостачання.

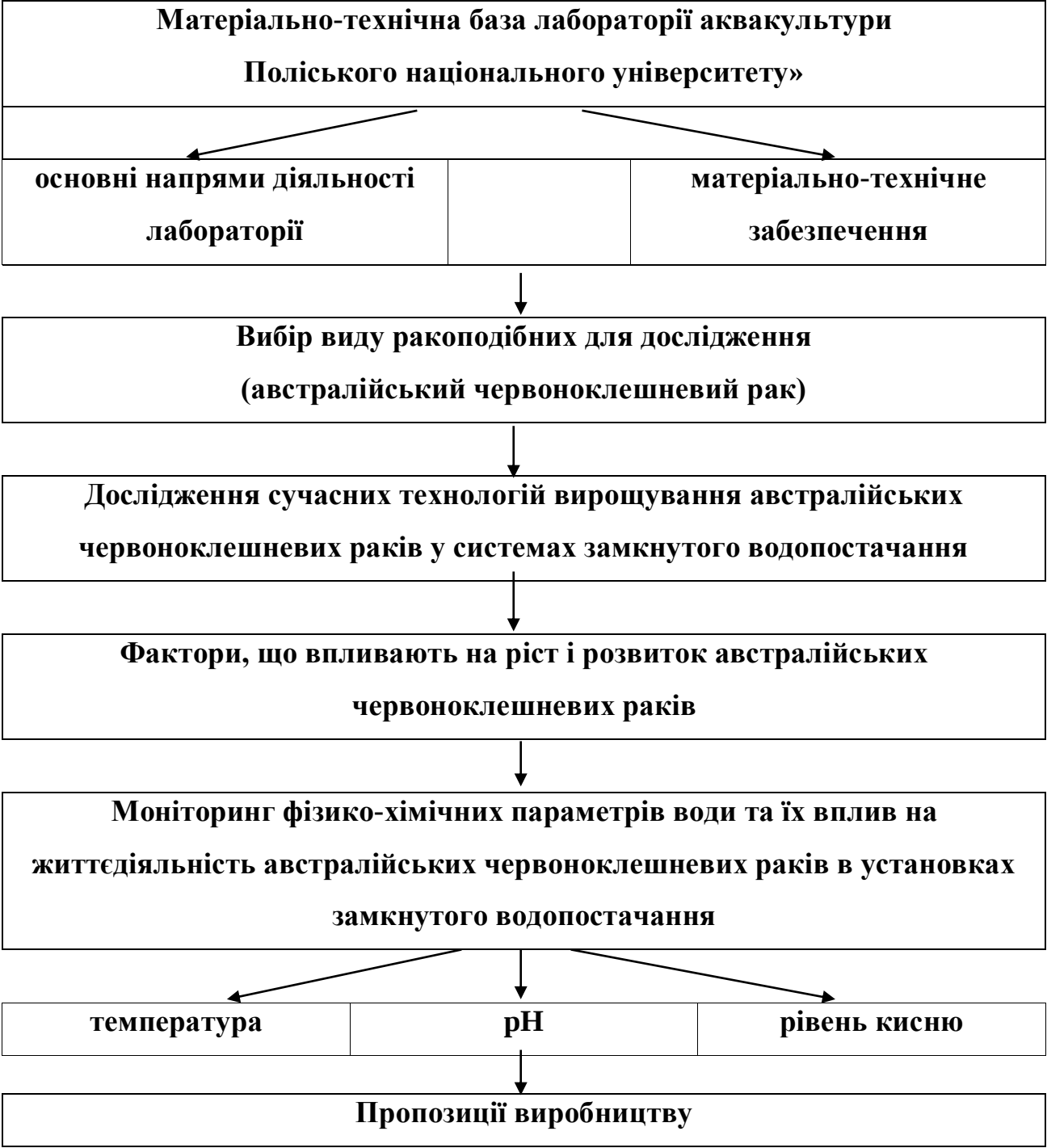


Рис. 1 Схеми дослідження

Дослідження проводили за схемою, яка зображена на рис. 1.

Розділ 3. Результати дослідження

3.1. Сучасні технології вирощування австралійських червоноклешневих раків у системах замкнутого водопостачання (УЗВ).

Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) є перспективним видом для комерційного вирощування завдяки швидкому росту, високій продуктивності та стійкості до змін умов навколишнього середовища. Використання установок замкнутого водопостачання (УЗВ) дозволяє оптимізувати процес розведення, забезпечуючи стабільні умови для росту та розмноження ракоподібних [34-35].

3.1.1. Основні принципи установок замкнутого водопостачання для вирощування раків

Системи замкнутого водопостачання забезпечують контрольоване середовище для раків, мінімізують ризики забруднення води та дозволяють ефективно використовувати ресурси.

Основні компоненти установок замкнутого водопостачання, які необхідні для вирощування австралійських червоноклешневих раків:

- **Резервуари для вирощування** (басейни, акваріуми, спеціалізовані ємності). Це спеціальні ємності, які цілісні і не протікають з різного матеріалу – пластик, бетон, скло тощо.
- **Система фільтрації** (механічна, біологічна та хімічна очистка води). Застосовується система фільтрів, які здатні очищати воду від забруднень, рештків їжі, шкідливих газів та хімічних сполук.
- **Аераційна система** (постачання кисню та підтримка циркуляції води).
- **Система контролю параметрів води** (датчики температури, рН, кисню, аміаку, нітритів і нітратів).

- **Система освітлення** (імітація природного денного циклу).
- **Кормові автомати** (оптимізація годівлі та зменшення відходів).

3.2. Технологічний процес вирощування австралійських червоноклешневих раків

Технологію вирощування австралійських червоноклешневих раків слід розпочати з підготовки установок замкнутого водопостачання [36.]

Перед запуском раків у систему необхідно провести дезінфекцію резервуарів та запускати біофільтрацію. Вода має бути очищена та відповідати оптимальним показникам.

Температурний режим: оптимальна температура 23–28°C. Нижчі температури уповільнюють ріст, а вищі можуть викликати стрес та зниження виживаності.

Якість води: рН – 6,5–8,5. Рівень кисню – не менше 5 мг/л. Аміак, нітрити, нітрати – мінімальні, завдяки якісній фільтрації.

Система освітлення: 10–12 годин світлового дня. Використання світлодіодного освітлення для економії енергії.

Структурованість простору: Використання трубок, укриттів, сіток для запобігання канібалізму.

Посадка молоді. Щільність посадки – 20–50 особин/м² (залежно від віку та розміру). Контрольований процес акліматизації перед запуском.

Кормова база: Використовують комбікорми для ракоподібних (35–40% білка). Додають натуральні корми: водорості, рибне борошно, овочі.

Режим годівлі: Молодь годують 3 рази на день, дорослих – **1–2 рази на день**. Контроль споживання корму для запобігання забрудненню води.

Моніторинг стану раків. Регулярний контроль параметрів води (щоденно), Оцінка стану раків, перевірка на хвороби та стрес. Відбраковування слабких або хворих особин.

Линька та контроль росту. Австралійські раки линяють кожні 3–4 тижні (на ранніх стадіях). Під час линьки вони особливо вразливі – важливо забезпечити укриття. Відбір найбільших особин для подальшого розведення.

Розмноження. Створення окремих маточних груп у спеціальних басейнах. Контроль співвідношення самців і самок (1:3 або 1:4). Період інкубації ікри – 6–8 тижнів. Використання інкубаційних камер для збільшення виживаності молоді.

Збір та реалізація продукції. Вилов дорослих особин здійснюється після 6–12 місяців вирощування. Оптимальна маса – 50–100 г на особину. Реалізація можлива у живому вигляді або після попередньої переробки (заморожування, охолодження).

3.3. Переваги використання установок замкнутого водопостачання для вирощування австралійських червоноклешневих раків.

Раки мають численні фізичні, біологічні та комерційні властивості, які роблять його придатним кандидатом для вирощування аквакультури в Україні. Раки швидко ростуть і можуть досягти комерційних розмірів (приблизно 50–100 г) протягом 5–6 місяців за оптимальних умов. Інші позитивні характеристики включають його поведінку без заривання, толерантність до низьких концентрацій кисню, широкий діапазон жорсткості та лужності і рН. Вид також може ефективно використовувати широкий спектр кормових ресурсів від перших етапів живлення до вегетації [37].

Також перевагою використання установок замкнутого водопостачання для вирощування австралійських червоноклешневих раків є *економія водних ресурсів*, а саме – повторне використання очищеної води.

Неабиякою перевагою також можна вважати *мінімізацію ризику захворювань*, а саме – відсутність контакту з природними водоймами. *контрольований ріст та продуктивність* – можливість управління всіма

параметрами, висока рентабельність – швидкий ріст та великий попит на ринку.

Система замкнутого водопостачання забезпечує *точний контроль якості води*. Завдяки фільтраційній системі видаляються забруднення, створюючи оптимальні умови для росту та розвитку організмів.

Крім того, ефективне використання води та контроль параметрів середовища сприяють зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Така система допомагає запобігти забрудненню ґрунту та водних ресурсів, яке могло б виникнути внаслідок скидання відпрацьованої води [38].

Також є негативні сторони використання установок замкнутого водопостачання для вирощування австралійських червоноклешневих раків, а саме високі початкові витрати на обладнання УЗВ, необхідність постійного контролю якості води, канібалізм серед раків, що потребує створення укриттів, залежність від безперебійного енергопостачання.

Отже, використання систем замкнутого водопостачання (УЗВ) для вирощування австралійських червоноклешневих раків дозволяє отримувати високоякісну продукцію при мінімальному впливі на довкілля. Завдяки автоматизації процесів, оптимальному контролю параметрів середовища та ефективному використанню кормів, така технологія стає однією з найбільш перспективних для промислового вирощування ракоподібних.

3.4. Фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків

Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) – це один із найперспективніших видів ракоподібних для комерційного вирощування. Його ріст і розвиток залежать від біологічних, екологічних, генетичних та технологічних факторів. Контроль цих параметрів дозволяє

досягти високої продуктивності та знизити ризики втрат у процесі вирощування.

До біологічних факторів слід віднести генетичні особливості, а саме швидкість росту та кінцеві розміри раку залежать від його генетичного потенціалу, відбір особин із найкращими показниками сприяє підвищенню продуктивності, гібридизація може покращити стійкість до захворювань та стресових факторів.

Вікові та фізіологічні особливості - молоді особини ростуть швидше, ніж дорослі, найбільший приріст маси відбувається у перші 6 місяців життя, період линьки – критичний етап розвитку, під час якого рак особливо вразливий до хижаків та стресу.

Також варто приділити увагу *екологічним факторам*, а саме *температурний режим* - оптимальна температура для росту – 23–28°C, нижчі температури (<20°C) сповільнюють метаболізм і ріст, вищі температури (>30°C) можуть викликати стрес, зниження апетиту і навіть загибель.

Хімічний склад та якість води. Кислотність (pH) - оптимальний рівень 6,5–8,5. Відхилення можуть призвести до порушень у процесі линьки та зниження активності.

Рівень кисню. Мінімальний рівень 5 мг/л. Низький вміст кисню викликає стрес і зниження швидкості росту. Достатня аерація сприяє активному харчуванню та розвитку.

Концентрація аміаку, нітритів і нітратів. Аміак (NH_3) >0,1 мг/л – токсичний для раків. Нітрити (NO_2^-) повинні бути нижче 0,5 мг/л. Нітрати (NO_3^-) бажано тримати на рівні <50 мг/л. Регулярна підміна води та використання біофільтрів допомагає підтримувати баланс.

Слід приділити увагу такому фактору впливу як *харчові фактори*, зокрема *виду і якості кормів*. Австралійські раки є всеїдними, але їм потрібен збалансований раціон. Оптимальний вміст білка у кормі – 35–40%. Корми

повинні містити вітаміни та мінерали (особливо кальцій для линьки).
Натуральні корми: водорості, рослинні залишки, рибне борошно, комахи.

Частота та методи годівлі - Молодняк годують 3 рази на день, дорослих – 1–2 рази на день. Надмірне годування призводить до забруднення води, що негативно впливає на здоров'я раків. Годування у вечірній час підходить найкраще, оскільки раки найбільш активні вночі.

Щільність посадки. Оптимальна щільність – 20–50 особин/м². Перенаселення призводить до конкуренції за їжу, канібалізму та затримки росту.

Використання укриттів (трубки, камені, рослинність) знижує агресивність між особинами. Під час линьки раки особливо вразливі – укриття зменшують ризик канібалізму. Найкращі варіанти: ПВХ-трубки, керамічні трубки, дерев'яні укриття, рослинність.

Канібалізм. Проявляється при високій щільності посадки та нестачі корму. Щоб запобігти канібалізму необхідна достатня кількість укриттів, правильний режим годівлі, сортування особин за розмірами.

Агресія між особинами. Самці більш агресивні – потрібен контроль співвідношення статей у водоймі. Рекомендоване співвідношення: 1 самець на 3–4 самки.

Системи утримання. Використання УЗВ (установок замкнутого водопостачання) дозволяє контролювати параметри води та збільшити продуктивність. Альтернативні методи – вирощування у ставках або басейнах [39-41].

Отже, ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків залежить від багатьох факторів. Оптимізація температури, якості води, харчування та щільності посадки дозволяє покращити продуктивність вирощування. Використання сучасних технологій, таких як УЗВ, аерація та біофільтрація, забезпечує контрольоване середовище, що сприяє максимальному росту раків та зниженню ризиків втрат.

3.5. Моніторинг фізико-хімічних параметрів води (температура, рН, рівень кисню).

3.5.1. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних температур утримання в установках замкнутого циклу.

Особливості росту австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого типу полягають у високій швидкості росту раків завдяки стабільним умовам (температура, якість води, корм), високому коефіцієнті виживання (до 95%), оскільки мінімізуються хижацтво та зовнішні стрес-фактори, контрольовані умови зменшують канібалізм і сприяють рівномірному росту особин, товарної маси (100–150 г) раки досягають швидше, ніж у природних умовах або ставках.

Установка замкнутого типу дозволяє досягти максимальної продуктивності, забезпечуючи швидкий ріст, високу виживаність і ефективне використання корму.

Таблиця 1. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних температур утримання в установках замкнутого циклу

Температура води, °С	Швидкість росту, г/місяць	Коефіцієнт виживання, %	Тривалість досягнення товарної маси, міс.	Рівень кисню, мг/л	Канібалізм, %
18–20	2–3	50–60	12–14	4,5–6	15–20
21–23	3–4	65–75	10–12	5–6	10–15
24–26	5–6	80–90	7–9	5,5–6,5	5–10
27–29	6–7	85–95	6–8	6–7	5–8
>30	3–5	60–70	8–10	4–5,5	10–15

Ця таблиця демонструє вплив температури води на ріст, виживаність та інші показники австралійських червоноклешневих раків у системах

замкнутого водопостачання. Оптимальний температурний діапазон для швидкого росту та високої виживаності – 24–29°C.

Таблиця 2. Показники росту австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого типу (УЗВ)

Показник	Значення
Температурний оптимум, °C	24–28
Середній приріст маси, г/місяць	5–7
Час досягнення товарної маси, міс.	6–8
Товарна маса, г	100–150
Максимальна маса, г	300–500
Коефіцієнт виживання, %	80–95
Щільність посадки, особин/м ²	30–50
Рівень кисню, мг/л	5,5–7
Канібалізм, %	5–10
Тривалість життя, років	3–5
Оптимальний рівень pH	7,0–8,5

3.5.2. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних показників pH за утримання в установках замкнутого циклу.

Для австралійського червоноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*), який є одним із найбільш поширених видів серед австралійських прісноводних раків, оптимальний pH води знаходиться в межах 7,0–8,5. Важливо, щоб pH був стабільним, оскільки різкі коливання можуть призвести до стресу або порушення життєвих функцій рака.

Занадто низький pH (кислий) або занадто високий pH (лужний) може погіршити процеси метаболізму, обміну газів, а також вплинути на збереження здоров'я і нормальне зростання рака. Оптимальні умови для

червоноклешневого рака — це слабо лужне середовище з рН близьким до нейтрального.

Таблиця 3. Оцінка показників росту австралійських червоноклешневих раків за різних рН при утриманні в установках замкнутого циклу (УЗВ)

Показник	Оптимальний рН (7,0–8,5)	Низький рН (<6,5)	Високий рН (>9,0)
Середній приріст маси, г/місяць	5–7	2–4	3–5
Товарна маса (100–150 г), міс.	6–8	9–12	8–10
Коефіцієнт виживання, %	80–95	50–70	55–75
Активність харчування	Висока	Низька	Помірна
Стресовий вплив	Мінімальний	Високий (кислотний стрес)	Високий (лужний стрес)
Канібалізм, %	5–10	10–20	8–15
Час линьки	Нормальний (регулярний)	Подовжений	Подовжений
Частота захворювань	Мінімальна	Висока (кислотний стрес)	Висока (лужний стрес)

Оптимальний рН (7,0–8,5) забезпечує найкращі показники росту, виживаності та кормової активності.

Низький рН (<6,5) викликає кислотний стрес, що зменшує темпи росту, підвищує смертність і канібалізм.

Високий рН (>9,0) спричиняє лужний стрес, що уповільнює ріст, збільшує ризик захворювань та змінює поведінку.

Саме тому рекомендуємо підтримувати рН 7,0–8,5 у системах УЗВ для максимального росту та виживаності австралійських червоноклешневих раків.

Також важливим є рівень кисню у воді, оскільки це безпосередньо пов'язано з функціонуванням дихальної системи рака.

3.5.3. Вплив рівня кисню води на життєдіяльність австралійських червоноклешневих раків в установках замкнутого циклу.

Установки замкнутого циклу, де вода циркулює в замкненому середовищі і постійно очищується, створюють особливі умови для життєдіяльності австралійського червоноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*). У таких системах рівень кисню має особливе значення через відсутність природного потоку води, який би забезпечував постійну циркуляцію кисню.

Для нормального функціонування австралійського червоноклешневого рака в установках замкнутого циклу рівень кисню повинен бути підтримуваний на рівні 6-8 мг/л, що є оптимальним для цього виду рака. Мінімальний рівень кисню не повинен опускатися нижче 5 мг/л, оскільки це може спричинити стрес, погіршення стану здоров'я і навіть загибель.

У таких системах важливо забезпечити ефективну аерацію та фільтрацію води, оскільки організми, включаючи раків, споживають кисень для дихання, а також мікроорганізми, які очищують воду, потребують кисню для своєї життєдіяльності.

Тому підтримка високого рівня кисню в замкнутих системах є необхідною для підтримки стабільності екосистеми, забезпечення здоров'я раків та попередження розвитку анаеробних умов, що можуть призвести до накопичення токсичних сполук.

**Таблиця 4. Значення рівня кисню у воді для життєдіяльності
австралійського червоноклешневого рака в установках замкнутого
циклу**

Рівень кисню (мг/л)	Вплив на життєдіяльність рака
< 5 мг/л	Низький рівень кисню, стрес, погіршення здоров'я, можливість загибелі.
5-6 мг/л	Мінімально допустимий рівень, може бути стресовим, необхідна увага до аерації.
6-8 мг/л	Оптимальний рівень кисню для нормального метаболізму, зростання і розвитку рака.
> 8 мг/л	Вищий рівень кисню не шкідливий, але може бути неефективним в умовах замкнутого циклу через витрати енергії на аерацію.

Для стабільної роботи установок замкнутого циклу важливо підтримувати рівень кисню у межах 6-8 мг/л, щоб уникнути проблем з життєдіяльністю раків.

Висновки

1. Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) є перспективним видом для комерційного вирощування завдяки швидкому росту, високій продуктивності та стійкості до змін умов навколишнього середовища. Використання установок замкнутого водопостачання (УЗВ) дозволяє оптимізувати процес розведення, забезпечуючи стабільні умови для росту та розмноження ракоподібних.

2. Системи замкнутого водопостачання забезпечують контрольоване середовище для раків, мінімізують ризики забруднення води та дозволяють ефективно використовувати ресурси.

3. Технологію вирощування австралійських червоноклешневих раків слід розпочати з підготовки установок замкнутого водопостачання. Перед запуском раків у систему необхідно провести дезінфекцію резервуарів та запускати біофільтрацію. Вода має бути очищена та відповідати оптимальним показникам (оптимальна температура 23–28°C, рН – 6,5–8,5, рівень кисню – не менше 5 мг/л, щільність посадки – 20–50 особин/м² (залежно від віку та розміру)).

4. Використання систем замкнутого водопостачання (УЗВ) для вирощування австралійських червоноклешневих раків дозволяє отримувати високоякісну продукцію при мінімальному впливі на довкілля. Завдяки автоматизації процесів, оптимальному контролю параметрів середовища та ефективному використанню кормів, така технологія стає однією з найбільш перспективних для промислового вирощування ракоподібних.

5. Ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків залежить від багатьох факторів. Оптимізація температури, якості води, харчування та щільності посадки дозволяє покращити продуктивність вирощування. Використання сучасних технологій, таких як УЗВ, аерація та біофільтрація, забезпечує контрольоване середовище, що сприяє максимальному росту раків та зниженню ризиків втрат

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення швидкого росту та високої виживаності австралійських червоноклешневих раків у системах замкнутого водопостачання рекомендуємо підтримувати оптимальний температурний діапазон – 24–29°C, рН 7,0–8,5, важливо підтримувати рівень кисню у межах 6-8 мг/л.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Австралійський червоноклешневий рак як об'єкт аквакультури в Україні. Державне агентство меліорації та рибного господарства : веб-сайт. URL: https://darg.gov.ua/_avstralijskij_0_0_0_9420_1.html (дата звернення: 18.04.2024).
2. Австралійський червоноклешневий рак. Tetra : веб-сайт. URL: <https://blog.tetra.net/uk-ua/avstraliisky-chervonokleshnevyi-rak> (дата звернення: 18.04.2024).
3. Алимов С. І. Рибне господарство України: стан і перспективи: підручник. Київ: Вища освіта, 2003. 336 с.
4. Андрющенко А. І. Технологія виробництва продукції аквакультури: навч. посіб. Київ, 2006. 336 с.
5. Андрющенко А. І., Алимова С. І. Стадове рибництво: підручник. Київ : Видавничий центр НАУ, 2008. 636 с.
6. Бакіна І. О. Природний ареал проживання австралійського червоноклешневого рака. Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 18 травня 2023 р. Житомир, 2023. С. 102-103.
7. Вирощування австралійських раків як перспективний напрямок бізнесу. Портал агробізнесу : веб-сайт. URL: <https://agrostory.com/ua/info/centre/zivotnovodstvo/razvedenie-avstraliyskogo-raka-kak-perspektivnoe-napravlenie-biznesa/> (дата звернення: 16.03.2024)
8. Гарнаженко Ю. А. Аналіз імпорту риби- та морепродуктів в Україні. Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. 2014. Вип. 59. С. 275–280.
9. Гринжевський М. В. Аквакультура України (організаційно-економічні аспекти). Львів : Вільна Україна, 1998. 365 с.
10. Гринжевський М. В. Аквакультура України: стан та перспективи розвитку. Вісник аграрної науки. 2002. Випуск 4. С. 34–38.

11. Давидов О. М. Основи ветеринарно-санітарного контролю у рибництві : посібник. Київ : Фірма "Інкос", 2004. 144 с.
12. Давидов О.М. Сучасні аспекти оздоровлення риб в аквакультурі. Київ: інститут зоології НАН України, 1998. 112 с.
13. Дітрів І. В. Тенденції і перспективи світового ринку риби та морепродуктів. Вісник Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського. 2014. Вип. 2. С. 62–65.
14. Довідник рибовода : підручник. / П. Т. Галасун та ін. Київ, 1985. 184 с.
15. Екологічні аспекти вирощування ракоподібних в світі / М. Слюсар, О. Сазонський, І. Бакіна, К. Плахота. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва: матеріали II Всеукраїнської конференції молодих вчених та здобувачів, 15 грудня 2022 р. Житомир, 2022. С. 121–123.
16. Інтенсивне рибництво: зб. інструктивно-технологічної документації/ редкол.: П. М. Марценюк. Київ: Аграрна наука, 1995. 186 с.
17. Коваленко В.О. Індустріальне рибництво : методичні вказівки до самостійної роботи студентів. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 140 с.
18. Основні аспекти раківницької справи на прикладі австралійського червоноклешневого рака / М. Слюсар, О. Сазонський, І. Бакіна, К. Плахота, А. Муженко. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва: матеріали II Всеукраїнської конференції молодих вчених та здобувачів, 15 грудня 2022 р. Житомир, 2022. С. 118–121.
19. Правила відбору зразків патологічного матеріалу, крові, кормів, води та пересилання їх для лабораторного дослідження: затв. Головою Державного департаменту ветеринарної медицини Мінсільгосппроду України П. П. Достоевським від 15 квіт.1997 р. № 15. С. 23-27.
20. Слюсар М. В. Ткачук В.І. Муженко А. В. Технологічні аспекти вирощування австралійського червоноклешневого рака. Проблеми

виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів : зб. наукових праць міжнар. наук.-практ. конф., 13-14 травня 2021 р. Житомир : Поліський національний університет, 2021. С. 130-133.

21. Технології виробництва об'єктів аквакультури / Андрющенко А. І., Алимов С. І., Захаренко М. О., Вовк Н. І. Київ: Вища освіта, 2006. 336 с.

22. Фауна України. В 40 т. Т. 26. Вищі раки. Вип.3. Річкові раки / С. Я. Бродський. Київ : Наукова думка, 1981. 211 с.

23. Фізіологія риб : підручник. / П. А. Дехтяров та ін. Київ: Вища школа, 2001. 128с.

24. Швидкий австралійський рак. Agro times : веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/article/shvidkij-avstralijskij-rak/> (дата звернення: 07.05.2024).

25. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 484 с.

26. Borisov R. R., Tertitskaya A.G. The process of the tail fan formation in freshwater crayfish. *Freshwater Crayfish*. 2010. Vol. 17, № 1. P. 235-238.

27. Brown, J.H. Antibiotics: their use and abuse in aquaculture. *World Aquaculture*. 1989. Vol. 20, №. 2. P. 34–43.

28. Calvo N. S., Stumpf L., Pietrokovsky S. Early and late effects of feed restriction on survival, growth and hepatopancreas structure in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2011. Vol. 319, №1. P. 355–362. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.033> (date of access: 17.05.2024).

29. Crandall K. A., Buhay J.E. Global diversity of crayfish in freshwater. *Hydrobiologia*. 2008. Vol. 595, № 1. P. 295-301.

30. Dammannagoda L. K., Hurwood D. A., Mather P.B. Effects of soluble dietary cellulose on specific growth rate, survival and digestive enzyme activities in three freshwater crayfish (*Cherax*) species. *Aquaculture Research*. 2015. Vol.

46, №3. P. 626–636. URL: <https://doi.org/10.1111/are.12209> (date of access: 17.05.2024).

31. FAO commission on Genetic Resources for Food and Agriculture assessments. The state of the world's aquatic genetic resources for food and agriculture. Rome: FAO. 2019. 251 p.

32. Golub G.A., Zavadska O.A., Kukharets V.V. Development of block diagrams of closed water supply installation for aquaculture production. Scientific horizons. 2019. Vol. 5, No 78. P. 105-111. URL: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-105-111>. (date of access: 06.05.2023).

33. Jones C. M., Valverde C. A. Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Freshwater Crayfish. 2020. Vol. 25, No 1. P. 1–6. URL: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001> (date of access: 06.05.2024).

34. Kalayda M. L., Sadykova L. N. Prospects for the cultivation of Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* on warm waters of energy facilities. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/288/1/012048> (date of access: 03.05.2023).

35. Kapuscinski A. R., Hallerman E. M. Implications of introduction of transgenic fish into natural ecosystems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 1991. Vol. 48, №. 1. P. 99–107.

36. Masser M. P., Rouse B. D. Australian Red Claw Crayfish. Auburn: The Alabama Cooperative Extension Service, 1997. 20 p.

37. Mezhzherin S. V., Kostyuk V. S., Zhalai E. I. Peculiarities of the genetic structure of populations and morphological variability of populations of crayfish *Astacus Fabricius*, 1775 in the south-east of Ukraine. Scientific Bulletin of Uzhgorod University. 2012. Vol. 33, № 2. P. 33–136.

38. Mitchell B. D., Collins R. Development of field-scale intensive culture techniques for the commercial production of the yabbie (*Cherax destructor/albidus*). Warrnambool: Centre for Aquatic Science, 1989. 253 p.

39. Круглий А. Фактори, що впливають на ріст і розвиток австралійських червоноклешневих раків. Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів: збірник наукових праць VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 червня 2025 р. м. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.

40. Кухарчук В., Круглий А. Розвиток аквапоніки в Україні. Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів: збірник наукових праць VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 червня 2025 р. м. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.

41. Управління якістю тваринницької сировини / Трохименко В.З., Ковальчук Т.І., Захарін В.В., Безверха Л.М. *Вісник СНАУ. Серія «Тваринництво»* 2023. Вип. 1 (52), 2023. С. 51-58. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.1.8>.