

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Снімщиков Олександр Анатолійович

УДК _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ
АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОПАЛОГО РАКА (*CHIRAX QUADRICARINATUS*)
В УЗВ

207 Водні біоресурси та аквакультура
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

О.А. Снімщиков
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Соломатіна Валентина Дмитрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)
доктор біологічних наук, професор
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир - 2021

АННОТАЦІЯ

Снімщиків О.А. Технологія використання посадкового матеріалу австралійського червонопалого рака (*Chirax quadricarinatus*) в УЗВ. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 207 – водні біоресурси та аквакультура. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Зміст анотації: Дипломна робота містить 25, 6 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел налічує 33 позиції.

Об'єктом дослідження є технологія використання австралійського червонопалого рака умовах УЗВ.

Мета дослідження полягала у встановленні основних біотехнологічних параметрів вирощування посадкового матеріалу австралійського червонопалого рака в умовах УЗВ.

В Розділі 1 наведено аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи; в Розділі 2 – програма, методика та умови проведення дослідження; в Розділі 3 – представлені результати експериментальних досліджень.

Ключові слова: АВСТРАЛІЙСЬКИЙ ЧЕРВОНОПАЛИЙ РАК, КИСНЕВИЙ РЕЖИМ, АЗОТНИЙ ОБМІН, ЛИЧИНКИ.

SUMMARY

Snimschikov O.A Technology of using planting material of Australian red crab (*Chirax quadricarinatus*) in ultrasound. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the master's degree in specialty 207 - aquatic bioresources and aquaculture. - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Annotation content: Thesis contains 25, 6 tables, 1 figure. The list of used sources has 33 items.

The object of research is the technology of using Australian red-breasted cancer in ultrasound.

The aim of the study was to establish the main biotechnological parameters of growing planting material of Australian red-breasted crab in the conditions of ultrasound.

Section 1 provides an analytical review of the literature on the topic of qualifying work; in Section 2 - the program, methods and conditions of the study; in Section 3 - presents the results of experimental studies.

Key words: AUSTRALIAN RED-FOUND CANCER, OXYGEN REGIME, NITROGEN EXCHANGE, LARVES.

ЗМІСТ

АННОТАЦІЯ		2
ВСТУП		5
РОЗДІЛ 1.	ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОПАЛОГА РАКА ЯК ОБ'ЄКТА АКВАКУЛЬТУРИ.....	8
РОЗДІЛ 2.	ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
2.1.	Програма дослідження.....	13
2.2.	Методика дослідження.....	13
2.3.	Характеристика предмету дослідження.....	16
РОЗДІЛ 3.	ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОПАЛОГА РАКА В УМОВАХ УЗВ.....	18
3.1.	Якість циркулюючої води.....	18
3.2.	Морфо-біологічні показники.....	18
3.3.	Вплив температури води на результати вирощування молоді.....	22
3.4.	Кисневі потреби та азотний обмін.....	24
ВИСНОВКИ	27
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Останні 20-30 років світова аквакультура активно розвивається, неухильно збільшуючи свою частку в загальному виробництві гідробіонтів. Сьогодні понад 48% риби продукції, яка споживається вирощується в аквакультурі. В області споживання відбувається розширення спектру делікатесних видів гідробіонтів (в тому числі ракоподібних). М'ясо ракоподібних є джерелом повноцінного білку, жиру, а також цілого спектру необхідних для людини мікроелементів та вітамінів. Частка ракоподібних у виробництві світової аквакультури склала 23,1%, в тому числі – 700 тис. т морських видів.

Ракоподібні – група гідробіонтів, технології виробництва яких в штучних умовах знаходиться на стадії розробки, а спектр видів ракоподібних в аквакультурі постійно розширюється.

Одним із основних видів тепловодної аквакультури ракоподібних є австралійський червонопалий рак (*Cherax quadricarinatus*). Роботи щодо його освоєння, як об'єкта аквакультури, в світі розпочато у 80-х роках минулого століття. Цей вид раків – важливий об'єкт тепловодної аквакультури багатьох країн. Це пояснюється тим, що у порівнянні з багатьма іншими ракоподібними австралійськи червонопалий рак характеризується високою швидкістю росту, невибагливістю до умов утримання, а найголовніше – відносно низькими агресивністю та проявами канібалізму. Цей вид ракоподібних розглядається як перспективний для аквакультури, потенціал якого сьогодні розкритий не повною мірою.

Червонопалий рак нещодавно з'явився на території України в якості об'єкту аквакультури і акваріумістики.

Відпрацювання основних біотехнологічних принципів і створення технології вирощування австралійського червонопалого раку в штучних умовах з використанням циркуляційних установок – є досить актуальними.

Мета дослідження – встановити основні біотехнологічні параметри вирощування посадкового матеріалу австралійського червонопалого рака в умовах УЗВ. Відповідно були поставлені наступні **завдання**:

- вивчити морфо - біологічні особливості, товарні якості статевозрілих особин;
- оцінити вихід молоді, динаміку її розмірно- вагових характеристик;
- вивчити вплив температури води на швидкість росту молоді;
- визначити кількість амонійного азоту і розчинного кисню, що виділяється і споживається молоддю , відповідно;
- встановити оптимальну щільність посадки молоді для вирощування посадкового матеріалу;
- сформулювати рекомендації для проектування УЗВ по вирощуванню посадкового матеріалу.

Об'єкт дослідження – технологія використання австралійського червонопалого рака умовах УЗВ.

Предмет дослідження – австралійський червонопалий рак.

Методи дослідження. При проведенні досліджень використовувалися рибоводно-біологічні методи, застосовувалися гідрохімічні, біохімічні, біотехнічні методи дослідження у відповідності з загальноприйнятими методиками із застосуванням лабораторного обладнання. Безпосередньо для проведення досліджень використовувалися 2 УЗВ з акваріумами об'ємом по 100 л, незалежною системою терморегуляції.

Наукова новизна. Вперше в Житомирській області в умовах УЗВ вивчені морфо - біологічні показники статевозрілих особин червонопалого рака, вміст білку і вуглеводів у складі гемолімфи; біохімічний склад і вихід м'яса. Дано оцінку виходу молоді і динаміки її розмірно-вагових характеристик. Визначені оптимальний температурний діапазон і щільність посадки для ефективного вирощування посадкового матеріалу. Показана можливість використання личинок кімнатної мухи для годівлі молоді.

Практичне значення. Результати дослідження дозволили сформулювати основні біотехнічні принципи вирощування посадкового матеріалу австралійського червонопалого рака в УЗВ. Виконані технічні розрахунки для проектування УЗВ.

Положення, що виносяться на захист:

1. Морфологічні особливості і товарні якості статевозрілих особин австралійського червонопалого рака.
2. Параметри кисневих показників і азотного обміну молоді, які дозволяють правильно спроектувати системи життєвого забезпечення.
3. Оптимальний температурний режим і щільність посадки вирощування посадкового матеріалу.
4. Можливість і перспективність вирощування червонопалого рака при годуванні личинками кімнатної мухи.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота викладена на сторінках, складається зі вступу, основної частини, що включає огляд літератури, програму, методичку і умови проведення дослідження, результати власних досліджень, висновків, списку використаних джерел. Список літератури включає джерел.

РОЗДІЛ 1

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОПАЛОГА РАКА ЯК ОБ'ЄКТА АКВАКУЛЬТУРИ

Австралійський червонопалий рак як об'єкт аквакультури завойовує все більшу популярність в багатьох країнах. Цей представник десятиногих раків має відмінні споживчі якості, частка м'яса (30% від маси тіла) перевищує аналогічні показники (15-20%) довгопалого рака [1, 7, 12].

Більша частина продукції австралійського червонопалого рака продається в живому вигляді. Він досить легко витримує тривале транспортування. Можна його утримувати перед продажом при високій щільності. Він має привабливий зовнішній вигляд, як в живому, так і вареному вигляді [2, 4, 9, 19].

Текстурою і ароматом м'ясо *Cherax quadricarinatus* нагадує морських ракоподібних (омарів), це дозволяє позиціонувати його в преміум частині спектра ринку ракоподібних, між прісноводними і морськими десятиногими ракоподібними. Склад м'яса рака: вода – 81%, білки – 16,46%, жири – 1,16%, клітковина – 0,1%, зола – 1,42%. Для покращення смакових якосте перед відправленням на продаж живих раків іноді витримують в солонуватій воді [13].

У порівнянні зі звичними для нас довгопалим і широкополим раками червонопалий рак після варіння має більш яскраво червоне забарвлення, зберігає темний рисунок. Покриви тіла *Cherax quadricarinatus* більш тверді і для його розроблення необхідні ножиці та ніж. М'ясо зосереджене в абдомені (клешні невеликі) і має більш щільну консистенцію, ніж у довгопалого рака [4, 7, 11, 17].

Cherax quadricarinatus має переваги перед об'єктами аквакультури. Наприклад, у порівнянні з американським болотним червоним раком світове виробництво якого за даними ФАО в 2019 році складає 540 тис. т, за один вегетаційний період (5-6 місяців), *Cherax quadricarinatus* виростає до 60-120 г, у той час як *Procambarus clarki* від 28 до 40 г. Частка м'яса в абдомені австралійського червонопалого рака складає 27,4-27,9% [3].

Високі темпи росту австралійського червонопалого рака дозволяє їм досягати товарної маси всього за три місяці вирощування, що змусило багатьох виробників відмовитися від вирощування місцевих раків [16, 19].

Австралійський червонопалий рак порівняно не вимогливий до високої якості води. Проте для досягнення максимальної ефективності культивування необхідно контролювати і регулювати умови середовища, в яких вирощуються раки. Необхідно систематично моніторити показники якості води: температури, рН, концентрації розчинного кисню, жорсткості води, лужності, концентрації амонійного азоту, нітратів і нітритів [4, 5, 6, 9].

При культивуванні австралійського червонопалого рака вода має відповідати таким характеристикам: вміст розчинного кисню >4 мг/л; рН – 6,5-8, жорсткість води >40 рmm; низький рівень мінералізації (<5 проміле) і вміст металів. Значну небезпеку для раків являють навіть маленькі концентрації вмісту міді у воді. На випадок зміни параметрів води і виходу їх за межі оптимального діапазону має бути розроблений план заходів по коректуванню необхідних параметрів, наприклад, установка додаткової аерації, промивання чистою водою ставків або басейнів для культивування [3, 7, 17].

Важливою характеристикою для культивування є діапазон температур $+25...+30^{\circ}\text{C}$. при цих значеннях відмічається максимальна швидкість розвитку ікри, росту молоді і активне розмноження. Летальними для виду є температури нижче $+10^{\circ}\text{C}$ і вище $+36^{\circ}\text{C}$. необхідно врахувати, що вже при температурах нижче $+20^{\circ}\text{C}$ відбувається значне зниження активності, швидкості росту, стійкості особин до хвороб. Для молоді критичною є температура нижче $+20^{\circ}\text{C}$ і вище $+32...+34^{\circ}\text{C}$. Розвиток ікри відбувається ще у вужчому температурному діапазоні і проблеми з розвитком відмічаються при температурі нижче $+21...+22^{\circ}\text{C}$ [14].

Співвідношення самців і самок при проведенні робіт по виробництву коливається від 1:1 до 1:4. Температура утримання впливає на синхронність статевої активності, тривалість інкубаційного періоду і наступної швидкості росту молоді. За температури $+25...+26^{\circ}\text{C}$ раки здатні розмножуватися впродовж всього року. Оптимальною

температурою для нересту і розвитку ікри є діапазон $+25...+28^{\circ}\text{C}$. рекомендоване співвідношення світлого і темного часу доби при цьому становить 12 на 12 годин або 14 на годин. Приблизно після 6 місяців безперервної репродуктивної активності самки потребують періоду спокою [6, 8, 11, 16].

Для відтворення використовують зазвичай спеціальні ставки, які дозволяють ефективно управляти маточним стадом. Зазвичай для відтворення ставки заселяють зрілими самцями і самками, у співвідношенні 1:4 при щільності 1500шт./га (0,15 шт./м²). В якості плідників відбирають кращих особин. При гарних умовах утримання 50-100 плідників високої якості забезпечують за сезон вихід молоді від 60000 до 120000 особин на гектар. Оптимальними є ставки площею 1000 м², глибиною від 1,2 до 2,5 м, мають v – подібний профіль дна, що дає можливість швидкого і повного спуску водойми.

В ставках для вирощування молоді необхідно підтримувати рясність планктонних організмів, які активно використовуються молоддю в їжу. В міру росту особин в їх раціоні збільшується кількість детриту і бентосних організмів. Для підтримання високої чисельності планктонних організмів в ставках необхідно регулярно проводити контроль якості води і періодично вносити азотисті й фосфорні добрива [2, 13].

Для збільшення життєздатності і швидкості росту необхідно приділити увагу організації сховищ, що має важливе значення. В якості субстратів і сховищ, як правило, використовуються пучки синтетичної сітки або ниток, які прив'язують безпосередньо до вантажу з одного боку і до поплавка з іншого. Їх розташовують в товщі води від дна до поверхні ставка. Субстрати створюють велику поверхню для переміщення молоді, дозволяють краще використовувати вертикальні ресурси водойми і одночасно слугують сховищем для молоді, дозволяючи уникати зустрічі з дорослими особинами.

При температурі води понад $+25^{\circ}\text{C}$ ставки для вирощування молоді, заселені самцями і самками, обловлюють через 4 місяця. У випадку, якщо ставки заповнювалися самками з ікрою, облов можна проводити через 3 місяці. За три – чотири місяці при забезпеченні якісного годування і умов утримання, молодь досягає розмірів від 5 до 15 г. відлов молоді із ставків здійснюють наступним способом: сітки і сховища видаляють

із ставка, молодь з них струшують, іншу молодь відловлюють при допомозі потокових ловушок при осушенні ставка. Після відлову молодь сортують, прораховують і пересаджують для подальшого вирощування [10, 13, 18].

По закінченні сезону культивування для формування і поповнення маточного стада відбирають найбільш крупних, швидко ростучих особин. Це дозволяє підтримувати оптимальну генетичну структуру штучної популяції і підвищити ефективність культивування [1-6].

У більшості випадків в основному для аквакультури австралійського червонопалого рака використовують системи земляних ставків, останнім часом з'являється інтерес до використання басейнів для вирощування цього виду. Створення басейнових систем потребує менших затрат у порівнянні зі ставковим будівництвом. Проте використання басейнів при вирощуванні австралійського червонопалого рака, на жаль, поки не є економічно вигідним. Це пов'язано з тим, що в ставках раки мають можливість більшу частину свого раціону формувати на основі детриту і зв'язаних з ними мікроорганізмів, які знаходяться на дні ставків, а також планктонних організмів, що розвиваються в товщі води. Навіть якщо є корми, розроблені для раків, вони часто є не досить ефективними для забезпечення темпів росту особин в басейнових системах.

В результаті в молоді відмічається високий рівень канібалізму, що суттєво знижує виживання молоді [3, 8, 10, 12].

У той же час, є дані, що культивування раків в системах, які засновані на утриманні раків в індивідуальних контейнерах, дозволяє майже на два порядки збільшити вихід продукції з одиниці площі у порівнянні з результатами, отриманими при культивуванні в ставках. Всі ці дослідження проводилися в лабораторних умовах, а не в комерційних масштабах [16].

Басейнові системи застосовуються для передпродажної підготовки раків та їх тимчасового утримання. Окрім того, басейнові системи можна використовувати для утримання маточного стада, у тому випадку, якщо в природних водоймах температура води в певний момент падає нижче критичних значень [17].

Полікультурна раків з рибами можлива, проте менш ефективна, ніж монокультура. Бажаними є рослиноїдні види раків, оскільки бентосі можуть виїдати молодь раків і пошкоджувати дорослих особин під час линяння. Необхідно встановити достатню кількість сховищ, щоб збільшити виживання раків [9, 12, 15, 16].

Екзотичне, яскраве забарвлення самців, турбота про потомство, крупні розміри, невимогливість до кормів і стійкість до несприятливих факторів середовища – все робить австралійського рака цікавим і привабливим об'єктом для утримання в акваріумах з декоративною метою. Єдиний мінус – гастрономічний інтерес раків до водяних рослин. Тому від використання живих рослин при оформленні акваріуму прийдеться відмовитися. Зате, австралійський червонопалий рак досить миролюбний і добре поєднується з рибами та креветками. Об'єм акваріуму бажано понад 150 л. Надійним способом підтримання сприятливих умов в акваріумі є регулярна зміна води (не менше 50% об'єму на тиждень) [2].

При вирощуванні цього виду в УЗВ мексиканськими дослідниками показано, що при температурі води +29⁰С і світловому режимі 12:12 виживання двох груп молоді масою 0,3 і 6,9 г коливалася від 65 до 70%. При цьому через 5 місяців особини в кожній групі досягали середньої маси 5,0 і 29,0 г відповідно [10, 11, 19].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Програма дослідження

Програма дослідження передбачала:

1. Аналітичний огляд літературних джерел за темою дослідження.
2. Оцінка якості води в УЗВ.
3. Оцінити морфологічні та біологічні австралійського червонопалого рака.
4. Оцінити вплив температури на вирощування молоді рака.
5. Оцінити кисневий режим та азотний обмін.

2.2. Методика дослідження

Дослідження проводилися впродовж 2020-2021 рр. в акваріумній лабораторії марикультури безхребетних приватного підприємства «Атошник». Вихідне потомство плідників було завезено з Росії (Астраханська область).

Об'єктом дослідження були статевозрілі особини і молодь, отримані від них в акваріумній.

На першому етапі вивчали деякі морфо-біологічні показники статевозрілих особин австралійських червонопалих раків, динаміку розмірно-вікових характеристик отриманої від них молоді, в тому числі в залежності від статі особин, вихід молоді визначали через два тижні після того, як вона назавжди покидала самку. Вивчали вміст білку і глюкози в гемолімфі дорослих особин, біохімічний склад і вихід м'яса.

На наступному етапі вивчали вплив температури води на швидкість росту молоді. Після встановлення оптимальної температури визначали кпотреби в кисні молоді раків і півень азотного обміну в установленому оптимальному діапазоні, досліджували вплив щільності посадки молоді на швидкість росту при вирощуванні і можливість використання личинок кімнатної мухи для годівлі молоді. Впродовж всіх експериментів контролювали гідрохімічні параметри за вмістом кисню, амонійного азоту, нітратів, нітритів і рівнем рН.

У всіх експериментах окрім спеціальних дослідів по живленню личинками мух, раків годували кормом для декоративних риб і ракоподібних, нормування їжі здійснювали в залежності від температури води, середньої маси особин і загальної біомаси в ємності.

Такі ознаки, як маса тіла і довжина тіла, розміри окремих органів та інші, характеризуються безперервною мінливістю. Суттєва особливість кількісних ознак полягає у сильному впливі на їх величину факторів навколишнього середовища. Для характеристики мінливості використовували квадрат середнього квадратичного відхилення. Його виражали у відсотках від середньої арифметичної (коефіцієнт варіації).

$$C_v = 100 \times Q/X, \text{ де}$$

Q – стандартне відхилення;

X – середнє значення.

Статистичну обробку даних проводили загальноприйнятими методами за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel 2007. Статистичну значимість різниці середніх визначали за критерієм t-критерієм Стьюдента для незалежних вибірок по комп'ютерній програмі «Біостат».

На основі отриманих даних було виконано розрахунок параметрів циркуляційної установки для вирощування посадкового матеріалу масою 15 г в кількості 1 тис. шт. особин австралійського червонопалого рака і визначені.

При вивченні морфо - біологічних показників дорослих особин рака було виконано ряд параметрів, які основані на методиці Л.Ю. Лагуткіної і С.В. Пономарева при допомозі штангенциркуля з точністю до 1 мм. До них відносяться загальна довжина, довжина цефалоторокса з боку спини, довжина абдомена, довжина тельсона, довжина рострума з вентрального боку, діаметр ока, перша пара грудних кінцівок. Одночасно фіксували стать особин та їх живу масу. Всього було досліджено 4 самці і 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 і 10 самців) проводили відбір гемолімфи прижиттєвим методом для визначення вмісту білка і глюкози. Проби відбирали при допомозі шприца об'ємом 1 мл із середньої області рака через мембрану між крапаксом і першим абдомінальним сегментом. В одного рака одночасно відбирали від 0.125 г до 0,250 мл гемолімфи і поміщали в мікроцентрифужну пробірку. В якості антикоагулянта використовували цитрат натрію.

Перед визначенням біохімічних показників гемолімфу центрифугували впродовж 5 хвилин при 1500 g для одержання плазми. Вміст в плазмі гемолімфи загального білка і глюкози визначали спектрофотометрично з використанням наборів реактивів. В роботі використовувалися спектрофотометр Spacol 1300.

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

Для визначення біохімічного складу м'яса готували 3 зразки, кожен з яких складався із суміші 16 особин кожної групи з досліду по годуванню раків личинками кімнатної мухи. Це пов'язано з тим, що середня жива маса особин (11 г) була малою для проведення індивідуального дослідження біохімічного складу м'яса кожної особини окремо, враховуючи, що вихід м'яса в даному випадку становить не менше 30%.

Для кількісного вилучення ліпідів застосовували метанольно-хлороформу екстракцію за методом Фолча. Для визначення жирокислотного складу зразків проводили попередню етерифікацію жирних кислот, продукти етерифікації очищали пропусканням через порошок оксиду алюмінію. Жирокислотний склад зразків визначали методом газорідкої хроматографії.

Динаміку розмірно-вагових характеристик австралійського червонопалого рака визначали на молоді однієї генерації у віці 85 діб після вилуплення, яка була отримана від однієї пари плідників. Молодь була висаджена в три однакових акваріуми з циркуляцією і очисткою води об'ємом по 180 л і вирощувалася впродовж 58 діб при

вихідній щільності посадки 44,4 шт./м². Температура води підтримувалася в діапазоні +28...+29⁰С. Основні гідрохімічні показники відповідали вимогам нормативів для УЗВ. Годували раків кормом для декоративних риб і ракоподібних «TetraWafer Mix» (Німеччина) – з розрахунку 1,6% на добу від їх маси. В процесі спостережень регулярно проводили контрольні лови з визначенням маси і загальної довжини особин, життєздатності. Фіксувалося наявність пошкодження кінцівок, можливість візуального визначення статі рака і затрати корму на приріст маси тіла.

2.3. Характеристика предмету дослідження

Австралійський червонопалий рак *Cherax quadricarinatus* – це річковий рак, який належить до родини Parastidae (тип Artropoda; підтип Crustacea; клас Malacostraca; ряд Decapoda; підряд Astacoidei; надродина Astacoidea). До родини Parastidae відносять 151 вид річкових раків з 9 родів, які розповсюджені в південній півкулі.

Червонопалий рак – крупний представник річкових раків – довжина тіла досягає 20-25 см. В природних умовах самці можуть важити 500 г, а самки – 400 г. при утриманні в акваріумі австралійські червонопалі раки можуть зрідка досягати розмірів природних умов. Статевої зрілості досягають у віці 7-12 місяців при розмірах тіла 6-10 см. Забарвлення тіла зеленкувато-синє з жовтими строкатинами. Відмінною особливістю самців цих раків є яскраво оранжева пляма з зовнішнього боку клешні. В природі живиться різноманітною їжею тваринного і рослинного походження.

Ареал охоплює прісні водойми на півночі Австралії. Це тропічний вид, що мешкає у водоймах на північному заході Квінсленду і Північної Території Австралії, а також на південному сході Папуа – Нова Гвінея. *Cherax quadricarinatus* виявився вдалим для розведення об'єктом і аквакультура цього виду почала поширюватися по всій Австралії, а незабаром в багатьох тропічних країнах.

Cherax quadricarinatus надає перевагу водоймам з високою мутністю води, слабкою течією і стоячими ділянками, характерні для рік рідного регіону. В період мусонних дощів сильні потоки води можуть зносити раків вниз по течії. У зв'язку з цим

австралійський рак має схильність рухатися ввєрх по течії річок, така поведінка дозволяє їм уникати мільких і пересихаючих в сухий сезон ділянок.

Кліматичні умови рідного регіону обумовили температурний діапазон існування *Cherax quadricarinatus*. Кращі діапазони температур від +23 до +31⁰С. Летальними є температури нижче +10⁰С і вище +36⁰С. Для розмноження цього виду температура води має бути вище +23⁰С.

Ці раки вважаються менш агресивними, ніж більшість північноамериканських видів раків. На всіх етапах життєвого циклу австралійські червонопалі раки потребують сховищ, при вирощуванні в акваріумі використовують доступні укриття.

Тіло річкового рака складається із головогрудей (цефалоторакс) і черевця (абдомен). Головогруді зі спини і боків прикрита міцним панциром (крапаксом), бічні частини (брахостегіти) якого, прикриваючи зябра, формують зяброві камери. Передня частина карапакса витягнута в довгий клиноподібний рострум. Черевце утворене рухомими 6 члениками і тельсеном. Черевце легко підгинається під головогруді.

Тіло раків одягнене в твердий екзоскелет, який має кутикулярне походження і виконує, як захисну, так і опорну функції. Наявність жорсткого зовнішнього покриву накладає обмеження на ріст, який стає можливим лише під час линяння. Під час линьки скидає старі кутикулярні покриви. Відразу після линьки покриви особини м'які і легко розтягуються. Після линьки, поки покриви не затверділи, відбувається збільшення розмірів особини, яка в цей час стає майже беззахисною.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОПАЛОГА РАКА В УМОВАХ УЗВ

3.1. Якість циркулюючої води

Систематичний контроль якості води показав її відповідність існуючим вимогам у всіх варіантах і на всіх етапах проведення дослідження (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Якість циркулюючої води в процесі дослідження

Показник	Діапазон коливання	Технологічна норма	Короткочасні допустимі значення
Активна реакція середовища (рН)	7,3-7,8	6,8-7,2	6,8-8,5
Нітриди, мг N/л	0-0,11	до 0,1-0,2	до 1,0
Нітрати, мгN/л	25,7-60,7	до 60	100
Амонійний азот, мгN/л	0,01-0,03	2-4	до 10
Аміак вільний, мг N/л	до 0,0013	до 0,05	до 0,1
Кисень (на виході з ємності), мг/л	5,3-8,2	5,00	4,0

3.2. Морфо-біологічні показники

В процесі дослідження нами проведені проміри найбільш характерних дорослих особин австралійських червонопалих раків, результати яких представлені в таблиці 3.2. ця робота була виконана для того, щоб охарактеризувати дорослу групу особин.

Таблиця 3.2

Результати промірів дорослих особин австралійського червонопалого рака

Показник	Результати							
	самці				самки			
Маса, г	90,0	44,2	37,0	68,1	41,9	35,4	52,7	41,1
Загальна довжина (а), см	15,4	12,8	11,4	13,8	12,4	12,1	14,3	12,2
Довжина цефалоторокса	7,2	6,0	5,5	6,3	5,8	5,6	6,4	5,6

з боки спини (b), см								
Довжина абдомена (c), 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 (e), 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	12,0	8,5	8,6	10	8,4	7,6	8,6	8,2

Проведені зважування і виміри показали, що досліджувані параметри самців і самок мали близькі результати, за виключенням одного самця, маса і розміри якого суттєво відрізнялися від інших особин в більшу сторону.

Даного самця неможна було віднести до характерних розмірів, він був вибракований. Саме тому ми зафіксували його характеристики.

В досліджуваних нами умовах самки відклали ікру при масі від 26,9 до 37,2 г (в середньому маса самок з ікрою становила $31,6 \pm 2,3$ г). Період розвитку ікри під абдоменом самки при температурі води $+26^{\circ}\text{C}$ становив 40-45 діб. Вилуплені личинки продовжували знаходитися на абдомені самки ще близько 15 діб. За цей час вони пережили три личинкових стадії і набули рис будови дорослої особини. Після цього молодь покидала самку, набуваючи здатність самостійно переміщуватися і живитися. Середній вихід молоді через два тижні після того, як вона покидала самок ($n=11$), склала в досліджуваних умовах $182,0 \pm 12,3$ екз.

Результати біохімічних досліджень гемолімфи показали, що вміст білку в пробах в даному випадку не залежав від статі особини і становить $38,56 \pm 8,49$ г/л. Отримані дані співставлені з аналогічними показниками річкового рака, у якого вміст білка в гемолімфі

коливалася в діапазоні 22-63 г/л. середній вміст глюкози в пробах гемолімфи австралійського червонопалого рака складає $0,15 \pm 0,06$ ммоль/л.

Важливою характеристикою вирощуваних в аквакультури об'єктів 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) і самок (табл. 3.4).

Таблиця 3.3

Вихід м'яса у самців

Самці	Маса, г	Довжина, см	Вихід м'яса	
			г	%
1	3,10	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	15,4	31,04	36,09
5	33,48	1,5	9,44	28,18
6	44,0	12,1	14,03	31,88
7	40,1	11,1	12,05	30,04
8	36,6	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

Самці	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	14,1	16,08	30,54
9	25,9	10,0	8,43	32,61
10	22,3	10,1	6,11	27,42

Середнє (M±m)	35,58±2,75	11,78±0,35	11,70±0,94	32,78±0,88
---------------	------------	------------	------------	------------

Вихід м'яса у самців і самок червонопалих раків був приблизно однаковий і склав близько 32-33% від маси особин після довгопалого рака. Який мешкає в наших широтах, становить всього 15-20%.

На момент дослідів по вивченню динаміки розмірно-вагових характеристик отриманої молоді в залежності від статі, візуально розрізнити самок від самців не було можливо в силу їх незначних розмірів. Статеві відмінності ставали добре помітними при масі особин 5-6 г. тому їх гендерні рибоводно-біологічні особливості росту визначені нами наприкінці досліду (табл. 3.5). в результаті проведеного дослідження встановлено, що на даному етапі життєвого циклу не відмічена достовірної різниці по швидкості росту маси і довжини самців і самок, а отже і їх продуктивності. При цьому слід відмітити відносно високий коефіцієнт варіації особин по масі (11,03%) у порівнянні з 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
Життєздатність, шт.	-	-	51
%	-	-	85
Середня маса, г: вихідна кінцева	- 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, г: вихідна кінцева	- 265,3	- 289,6	123,6 554,9
Абсолютний приріст біомаси, г	-	-	431,3
Питома швидкість росту	-	-	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

В процесі досліду відмічено збільшення випадків втрат кінцівок в раків із-за агресивної поведінки з 16,7 до 29,4% (з 10 до 15 особин), при цьому кількість травмованих самців і самок був приблизно однаковим і склав 28,0 і 30,8% відповідно (7 і 8 шт.).

Таким чином, при вирощуванні молоді до віку 143 діб з моменту вилуплення встановлено відсутність достовірної різниці по масі, довжині тіла і травмованості самців і самок однієї генерації. Звідси зробити можна висновок, що на даному етапі вирощування рака роздільно за статтю не має особливого смислу.

3.2. Вплив температури води на результати вирощування молоді

З чотирьох досліджуваних діапазонів температури води (табл. 3.6) в третьому варіанті досліду (27,1 – 29⁰С) досягнуті найбільші питома швидкість росту молоді (0,042), абсолютний приріст біомаси – 8,03 г.

3.3. Влияние температуры воды на результаты выращивания молодежи Из четырех исследованных диапазонов температуры воды (табл. 11) в третьем варианте опыта (27,1-29,0⁰С) достигнуты наибольшие удельная скорость роста молодежи (0,042), абсолютный прирост биомассы – 8,03 г, среднесуточный прирост – 0,134 г и продуктивность – почти 245 г/м² . При этом достоверные различия по конечной средней массе особей отмечены только между третьим и четвертым вариантами опыта (29,1-31,0⁰С).

Вплив температури води на ріст раків

Показники	Температура води, °С			
	23,0-25,0	25,1-27,0	27,1-29,0	29,1-31,0
Вихідна щільність 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: исходная конечная	0,57 ± 0,06 5,87 ± 0,80	0,46 ± 0,05 6,23 ± 0,72	0,44 ± 0,04 8,47 ± 1,20*	0,47 ± 0,04 5,42 ± 0,65*
Абсолютний приріст маси, г	5,30	5,77	8,03	4,94
Загальна біомаса, г: вихідна кінцева	11,4 64,57	9,2 87,22	8,8 110,11	9,4 92,14
Абсолютний приріст біомаси, г	53,17	78,02	101,31	82,74
Питома швидкість росту	0,034	0,037	0,042	0,035
Середньодобовий приріст, г	0,088	0,096	0,134	0,082
Коефіцієнт варіації за масою, %: вихідний кінцевий	10,53 13,63	10,87 11,56	9,09 14,17	8,51 11,99
Витрати корму, г	90,3	85,92	96,9	96,87
Затрати корму, г/г	1,7	1,1	0,9	1,2
Продуктивність, г/м ²	143,49	193,82	244,69	204,76

Ймовірно, що температура понад +29⁰С пригнічувала життєдіяльність молоді раків, що призвело до мінімального приросту індивідуальної маси особин – 4,94 г. разом з тим, в даному випадку звертає на себе увагу більше виживання особин – 85%, проти 55-70% в інших варіантах досліду. Це можна пояснити меншою швидкістю росту раків, оскільки в цьому випадку нижчою є і частота їх линьок, а отже нижче рівня виявлення канібалізму – головної причини зниження виживання ракоподібних в даних умовах.

Порівняно низькі результати вирощування відмічені і в першому варіанті досліду при температурі води 23...25⁰С, і це не дивлячись на те, що вихідна середня маса особин в даній ємності була найбільшою. Раки росли помітно повільніше, ніж в інших варіантах досліду, не досить ефективно використовували на ріст спожиті корми (затрати на корм на 1 г приросту біомаси складає 1,7 г). необхідно відмітити, порівняно високу смертність особин, що було пов'язано не з канібалізмом, а, ймовірно, з відносно несприятливим температурним фактором. Все це виразилося в мінімальній продуктивності – 143,5 г/м².

Вирощування раків в діапазоні температур 25,1...27⁰С показало гарну питому швидкість росту молоді, абсолютний приріст середньої маси, середньодобовий приріст, затрати корму і життєздатність, співставленні з такими при температурі води 27,1...29⁰С.

Таким чином, для вирощування посадкового матеріалу австралійського червонопалого рака в якості оптимального можна рекомендувати діапазон температур 27,1...29⁰С. Температуру води 25,1...27⁰С можна вважати допустимою для ефективного вирощування. Ймовірно можна говорити про можливість об'єднання цих температур в один сприятливий для вирощування діапазон температури води від 25 до 29⁰С, що дійсно практично відповідає діапазону, вказаному раніше в літературному огляді. Зниження або підвищення температури води відносно вказаних меж призводить до незадовільних результатів культивування.

3.3. Кисневі потреби та азотний обмін

Подальші дослідження були направлені на вивчення кисневих потреб і азотного обміну молоді раків при підрощуванні їх в умовах УЗВ в оптимальному діапазоні температур (27-29⁰С).

В обох досліджуваних групах особин (в першій групі середня маса 7,23±1,62 г, в другій – 14,81±3,07 г) найбільше споживання кисню відмічалось в перші 15 хвилин після посадки особин в експериментальні ємності: 0,75 і 0,22 мг/г живої маси відповідно (рис. 3.1, 3.2). в подальшому в обох групах відбувалося поступове зниження споживання кисню наприкінці перших 45 хвилин кожного досліду. Така динаміка пояснюється

стресовим впливом пересадки на досліджуваних особин. В цей початковий період експериментів вони активно переміщувалися по ємності, обстежуючи своє нове місце перебування. В подальшому особини заспокоювалися, рухова активність знижувалася (вони ховалися в кутах акваріуму, поряд з циркуляційним насосом, його шлангом або зондом оксиметра), відбувалося відповідне зниження і відносна стабілізація споживання кисню. Мінімальна величина даного показника склала 0,12 і 0,06 мг/г відповідно. В особин із групи 2 крива інтенсивності споживання кисню більш полого, що, ймовірно, пов'язано з меншою сприйнятливістю до стресу у більш крупних раків.

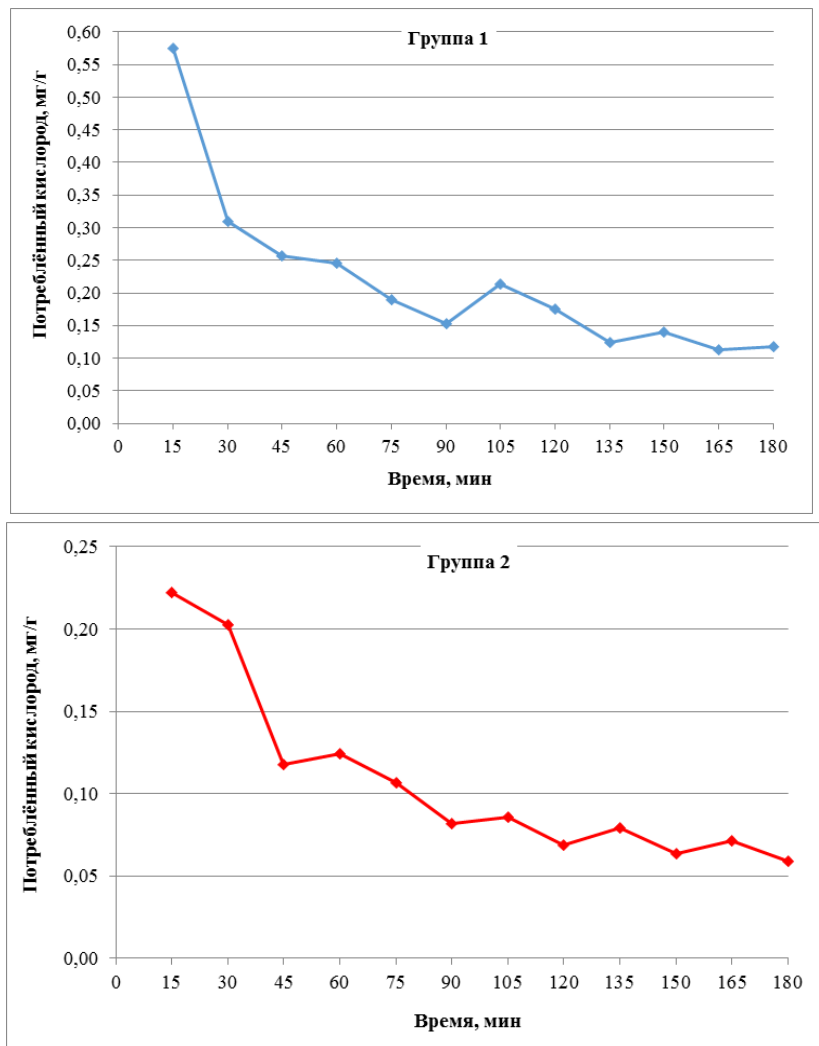


Рис. 3.1. Інтенсивність дихання у австралійських червонопалих раків: а – група 1, б – група 2

Результати виділення амонійного азоту молоддю червонопалого рака середньою масою $14,18 \pm 4,32$ г (від 7,64 до 23,79 г) і накопиченню його в оборотній воді експериментального акваріуму представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Добові зміни концентрацій амонійного азоту у воді

Номер рака	Жива маса, г	Вихідна концентрація, мг/л	Кінцева концентрація, мг/л	Величина росту 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

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

ВИСНОВКИ

1. В досліджуваних нами умовах середня маса самок, які вперше відкладають ікру, становила 31,6 г. період розвитку ікри під абдоменом при середній температурі води +24⁰С склав 40-45 діб. Вилуплені личинки знаходилися на абдомені самки і переживали три личинкові стадії. Середній вихід молоді через два тижні після того як вона покидала самок (n=11), склало 182 екз.

2. Вміст білка і глюкози в складі гемолімфи самців і самок не мало достовірної різниці і характеризувалося наступними значеннями: 38,56 г/л і 0,15 ммоль/л відповідно.

3. при вирощуванні молоді у віці 143 діб з моменту вилуплення (середня маса особин 10,9 г) встановлено відсутність достовірної різниці самців і самок однієї генерації по кінцевій масі (10,6 і 11,1 г), довжині тіла (77,3 і 78,4 мм), травмованості (28 і 30,8%).

4. Найбільша питома швидкість росту молоді – 0,042, абсолютний приріст біомаси – 8,03 г, середньодобовий приріст – 0,134 г і продуктивність 245 г/м² і мінімальні затрати корму (0,9 кг/кг прибавки) досягнуті при температурі води 27,1-29⁰С знижували питому швидкість росту молоді раків. Питома швидкість росту молоді, абсолютний приріст середньої маси, середньодобовий приріст, затрати корму і виживання при температурі води 27,1-29⁰С.

5. Питоме споживання кисню при середній масі особини 7,2 г склало 871,1 мг кисню на 1 кг живої маси на годину і знижувалася до 427,7 мг/кг в міру росту маси особини до 14,8 г. Виділення амонійного азоту не залежало від маси особин в діапазоні 7,6 – 23,8 г (середнє 14,2 г) і склало 96,7 мг/кг на добу (4,03 мг/кг за годину).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

При розрахунках потреби в самках австралійського червонопалого рака для забезпечення господарства молоддю середньою масою 0,25 г, рекомендується приймати середній вихід такої молоді – 180 екз. від однієї самки.

На етапі вирощування посадкового матеріалу до віку 143 діб з моменту вилуплення (10-15 г) вирощування рака роздільно по статі не потребує.

Для ефективного вирощування посадкового матеріалу австралійського рака рекомендується температурний діапазон 27,1-29⁰С.

При розрахунках кисневих потреб молоді червонопалого рака необхідно керуватися планованою 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александрова Е.Н. Выращивание речных раков в прудах на сформированной кормовой базе / Е.Н. Александрова // Зоотехния. 2015. № 10. С. 7-8.
2. Борисов, Р.Р. Биология и культивирования австралийских красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1898) / Р.Р. Борисов, Н.П. Ковачева, М.Ю. Акимова, А.В. Паршин-Чудин. М.: Изд-во ВНИРО. 2013. 47 с.
3. Бродский, С.Я. Разведение речных раков / С.Я. Бродский // Рыбоводство и рыболовство. 1962. № 3. С. 14-16.
4. Будников, К.Н. Рак, его разведение и промысел / К.Н. Будников. М.: КОИЗ, 1932. 62 с.
5. Губайдулин, Р.А. Изучение биологических особенностей и адаптивного потенциала тропических раков в целях разработки биотехнологии их промышленного культивирования в климатических условиях южных регионов России / Р.А. Губайдулин, А.И. Хорошко, В.Н. Крючков // Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «Астинтех-2011» // Матер. Междунар. науч. конф. молодых ученых: Участник молодежного научно-инновационного конкурса (У.М.Н.И.К.), «Биотехнология», «Информационные технологии». Астрахань. 2011. С. 10-12.
6. Жигин, А.В. Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) - перспективный объект аквакультуры России. / А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева // Материалы докладов нац. науч.-практ. конференция: Состояние и пути развития аквакультуры в РФ в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны, 4-5 октября 2016 г, Изд.- «Научная книга». Саратов. с.5-10.
7. Жигин, А.В. Замкнутые системы в аквакультуре/ А.В. Жигин // Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 664 с.
8. Жигин, А.В. Потребление кислорода гигантскими пресноводными креветками при содержании в искусственных условиях // Материалы и доклады междунар. науч.-практ. конф.: Рациональное использование пресноводных экосистем - перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК», 17-19 декабря 2007 г.

/ ГНУ ВНИИР. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. С. 161-163.

9. Жигин, А.В. Отработка технологии выращивания молоди австралийского красноклещевого рака в циркуляционной установке. /А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева // Сборник научных трудов межд. науч.- прак. конференции молодых ученых: Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК.- СПбГАУ. СПб., 2017. Санкт-Петербург. Пушкин, 27-28 февраля 2017 г. С. 113-116.

10. Жигин, А.В. Влияние температуры воды на рост и выживаемость австралийских красноклещевых раков. / А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева, Н.П. Ковачева // Материалы и доклады VIII Всероссийской научно- практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке: Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и технологическое использование, 12-14 апреля 2017 г. Изд.-во Камчат ГТУ. Петропавловск-Камчатский. С.86-89.

11. Киселёв, А.Ю. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением / А.Ю. Киселёв , Г.Е. Новосельцев, В.И. Филатов. М.: ВНИИПРХ.1995. 12 с.

12. Киселёв, А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения/ Автореф. дис. докт. биол.наук: 03.00.10 / А.Ю. Киселёв. М., 1999. 62 с.

13. Ковачева, Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* / Н.П. Ковачева. М.: Изд.-во ВНИРО, 2008. 240 с.

14. Колмыков, Е.В. Инструкция по разведению речных раков / Е.В. Колмыков. Астрахань: КаспНИРХ. 2004. 30 с.

15. Лагуткина, Л.Ю. К морфометрическим показателям австралийских раков *Cherax quadricarinatus* / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2010. № 2. С. 14- 16.

16. Лагуткина, Л.Ю. Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л.Ю.Лагуткина, С.В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 5. С. 67-71.

17. Нгуен Т.Т. Влияние температуры на развитие гонад австралийских раков *Cherax quadricarinatus* / Т.Т. Нгуен, В.Н.Крючков // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия:Рыбное хозяйство. 2014. № 3. С. 110-115.

18. Супрунович, А.В. Аквакультура беспозвоночных / А.В. Супрунович. Киев: Наукова думка, 1988. – 156 с.

19. Федотов, В.П. Разведение раков / В.П. Федотов.-С.-Пб.: Биосвязь,1993. 108 с.