

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

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Гусєв Дмитро Олександрович

УДК _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЕКОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КУЛЬТИВУВАННЯ
ПРИСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*)
В УМОВАХ 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

Д.О. Гусєв

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

(прізвище, ім'я, по батькові)

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир - 2021

АННОТАЦІЯ

Гусєв Д.О. Екологічні та біологічні аспекти культивування прісноводної креветки (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*) в умовах 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 процес культивування гігантської креветки в умовах УЗВ.

Мета дослідження полягала у вивченні екологічних та біологічних аспектів онтогенезу і культивування гігантської креветки *M. Rosenbergii* в умовах УЗВ Поліського національного університету.

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: ГІГАНТСЬКА ПРІСНОВОДНА КРЕВЕТКА, ІКРА, ПЛОДЮЧІСТЬ, СТАТЕВА ЗРІЛІСТЬ.

SUMMARY

Gusev D.O Ecological and biological aspects of freshwater shrimp cultivation (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*) under ultrasonic conditions. - 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 process of cultivation of giant shrimp in ultrasonic conditions.

The aim of the study was to study the ecological and biological aspects of ontogenesis and cultivation of giant shrimp *M. Rosenbergii* in the conditions of ultrasound of Polissya National University.

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: GIANT FRESH SHRIMP, CAVIAR, FERTILITY, SEXUAL MATURITY.

	ЗМІСТ	
	ВСТУП	5
РОЗДІЛ І.	ПРОБЛЕМИ ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГІГАНТСЬКОЇ КРЕВЕТКИ	9
Розділ ІІ.	ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
2.1.	Програма проведення досліджень.....	12
2.2.	Методика проведення досліджень.....	12
2.3.	Характеристика предмету дослідження.....	15
Розділ ІІІ.	ЕКОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КУЛЬТИВУВАННЯ ГІГАНТСЬКОЇ ПРІСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ В УМОВАХ УЗВ.....	19
3.1.	Оцінка плодючості гігантської прісноводної креветки в умовах УЗВ.....	19
3.2.	Екологічні та біологічні особливості вирощування личинок гігантської прісноводної креветки.....	24
	ВИСНОВКИ	33
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сьогодні найважливішим напрямком галузі біоресурсів та аквакультури є розробка принципів створення штучних екосистем для успішного культивування об'єктів аквакультури, які є цінним джерелом білку і дозволяють знизити антропогенний прес на природні популяції в результаті нераціональної експлуатації водних біологічних ресурсів. Товарне вирощування нових об'єктів аквакультури, оптимізація штучних екосистем і розробка методів управління їх функціонуванням, може стати абсолютно новим перспективним напрямком розвитку агропромислового комплексу Житомирської області та дозволить підвищити продуктивність аквакультурних господарств, а також матиме певний вклад у вирішення актуальної задачі сучасності – імпортозаміщення.

В останні десятиліття щорічне вилучення водних ресурсів підійшло до свого оптимуму, і в період з 2010 по 2020, згідно офіційним статистичним даним ФАО в середньому склало 91 млн. т, у той час як чисельність населення Земної кулі стрімко збільшується і за півстоліття зросла більше ніж у 2 рази (понад 7,3 млрд). Єдиним джерелом покриття дефіциту білкової їжі водного походження є її штучне виробництво, яке розвивається досить стрімко. За прогнозами, до 2022 року світовий ринок продукції аквакультури має досягнути 80,4 млн. т, зростаючи, в середньому, на 2% в рік [1].

Сьогодні, за статистичними даними ФАО, у внутрішніх водоймах, естуаріях та морі культивується близько 600 видів риби, ракоподібних, молюсків, водоростей та інших водних організмів.

Важливою групою вирощуваних гідробіонтів є десятиногі ракоподібні, загальний збір яких в 2019 році склав 6,7 млн. т, причому основне штучне вирощування ракоподібних успішно розвивається в країнах з тропічним і субтропічним кліматом, тоді як в помірних широтах культивування цих гідробіонтів займає скромне місце. Серед десятиногих раків за об'ємом

виробництва переважають креветки, зокрема, прісноводні роду *Macrobrachium* [2,3].

Одним з найбільш вивчених видів роду *Macrobrachium* є гігантська прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii*, яку ще називають гігантською річковою креветкою або малайзійською креветкою, яка на сьогоднішній день отримала широке розповсюдження в світовій аквакультурі, завдяки високим смаковим якостям і поживності м'яса. Також цей вид має значну дієтичну цінність, м'ясо містить близько 35% білку, що легко засвоюється [4].

Гігантська креветка – об'єкт масового культивування в країнах Південно-Східної Азії, де відбувається вирощування креветки екстенсивним способом. В останні десятиріччя проведено багато досліджень, які стосуються розведення і вирощування прісноводних креветок, в результаті яких аквакультура цих гідробіонтів вийшла на більш високий рівень, завдяки широкому застосуванню інтенсивних методів і прогресивних технологій.

Цей вид креветок легко розмножується у штучних умовах, відрізняється високими темпами росту і відносно нескладним циклом вирощування. За оптимальних умов культивування креветка досягає маси: 50 г за 5 місяців вирощування, 100 г – за 9 місяців, 150 г – за рік [5].

За розмірами самки поступаються самцям, самці досягають максимальної довжини 33 см і маси 250 г, у той час, як самки не перевищують 28 см та маси 200 г [6].

Таким чином, товарне виробництво гігантської креветки дозволить підвищити продуктивність креветок в умовах УЗВ.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – вивчити екологічні та біологічні аспекти онтогенезу і культивування гігантської креветки *M. Rosenbergii* в умовах УЗВ Поліського національного університету.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**:

1. Дати оцінку впливу екологічних факторів на ріст, розвиток, життєздатність гігантської креветки на різних етапах онтогенезу в умовах культивування.

3. Оцінити плодючість самок гігантської креветки в умовах УЗВ.

4. Оцінити особливості росту, розвитку та життєздатність личинок молоді креветки в умовах УЗВ.

Об'єкт дослідження – процес культивування гігантської креветки в умовах УЗВ.

Предмет дослідження – дорослі особини гігантської прісноводної креветки, постличинки та личинки.

Методи дослідження. Збір і обробка проб проводилася стандартними гідробіологічними методами. В роботі застосовували гідрологічні методи визначення параметрів середовища, інструментальні методи – використання приладів та різноманітних технічних засобів; біологічний аналіз; статистичні методи.

Перелік публікацій:

1. Гусєв Д.О. Якісні показники води при вирощуванні креветки *Macrobrachium Rosenbergii* в умовах УЗВ. *Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2021*: тези. доп. всеук. наук.-практ. конф. (м. Житомир, червень 2021). Житомир, 2021. С. 178-182.

2. Гусєв Д.О., Снімщіков, Книш, Поліщук Оцінка плодючості гігантської креветки в умовах УЗВ. *Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2021*: тези. доп. всеук. наук.-практ. конф. (м. Житомир, червень 2021). Житомир, 2021. С. 190-192.

3. Гусєв О.Д., Євган, Люшненко Екологічні та біологічні особливості вирощування личинок гігантської креветки. *Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2021*: тези. доп. всеук. наук.-практ. конф. (м. Житомир, червень 2021). Житомир, 2021. С. 193-185.

Практичне значення. На основі досліджень, можуть бути розроблені методи управління штучною екосистемою, яка створена для відтворення гігантської прісноводної креветки. Отримані результати дозволять вдосконалити біотехнологію культивування гігантської креветки і можуть бути використані при створенні фермерських господарств сучасного типу.

Результати дослідження можуть бути включені в курси лекцій для студентів спеціальностей «Водні біоресурси та аквакультура» та «Екологія» у ЗВО, при підготовці рибогосподарських біологічних обґрунтувань для організації аквакультурних господарств по вирощуванню гігантської креветки.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Робота викладена на сторінках, містить таблиць і рисунків. Список літератури становить найменувань, з них – іноземні.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ШТУЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ ГІГАНТСЬКОЇ КРЕВЕТКИ

Перші розробки технології культивування гігантської креветки були розпочаті наприкінці 50-х – на початку 60-х років в Малайзії, звідки напів статевозрілі особини креветки були завезені на Гаваї, де роботи по штучному вирощуванню були продовжені і отримали поширення [7,8].

В 1970-1980 роках проводилася спеціальна програма ФАО по розвитку аквакультури гігантської креветки в країнах Південно-Східної Азії, що було обумовлено наступними факторами [9,10]:

1. даний регіон – природний ареал цього виду креветки і тут вона є традиційним об'єктом промислу і культивування;

2. можливість застосування екстенсивних методів – процес культивування зводиться до випуску креветок на виростні площі (рисові чеки, мілкі ставки, огорожені природні ділянки моря) і їх вилову через певний період часу [11];

3. сприятливими кліматичними умовами тропічної зони, які дозволяють збирати врожай 203 рази на рік;

4. дешевою вартістю виростних площ і робочою силою.

В результаті реалізації цієї програми аквакультура креветок для більшості країн, що розвиваються стала не лише засобом підвищення зайнятості населення і виробництва білкової продукції для внутрішнього споживання, а й важливим джерелом експорту в розвинені країни і отримання прибутку.

З 90-х років аквакультура гігантської креветки стала розвиватися і в країнах з помірним кліматом. Це було пов'язано з тим, що в результаті різноманітних хвороб різко знизилася виробництво морських креветок на світовому ринку, а прісноводні креветки менш сприйнятливі до хвороб. Окрім того, були досягнуті успіхи в розробці інтенсивних технологій культивування цього виду креветки, завдяки залученню до цих робіт крупних університетів та

інших наукових центрів в США, Австралії, Новій Зеландії, Ізраїлі, Китаї та Індії [12,13].

Виробництво гігантської креветки останніми роками стало найбільш активно розвиненим сектором аквакультури. Згідно оцінок ФАО ООН світове виробництво цієї креветки на початку 80-х років минулого століття становило менше 3000 т на рік. Через три десятиліття річний об'єм продукції аквакультури всіх видів прісноводних креветок виріс до 44000 т.

Сьогодні культивуванням прісноводної гігантської креветки займається понад 40 країн світу. Близько 92% продукції вирощується в Південно-Східній Азії (Китай, Бангладеш, Тайвань, В'єтнам, Індія, Малайзія, Індонезія, Філіппіни), приблизно 7,7% - в Північній, Центральній і Південній Америці (США, Еквадор, Мексика, Гондурас, Бразилія, Колумбія), всього 0,2% виробляється в Африці і 0,1% в Тихоокеанському регіоні. Активно розвивається виробництво гігантської креветки в Ізраїлі, Єгипті [2, 6, 14, 15, 16].

В Україні перші експерименти по культивуванню гігантської креветки були розпочаті в 2000 році на базі «Державний Океанаріум» (м. Севастополь) за участі спеціалістів Інституту біології південних морів ім. О.О. Ковалевського і безпосередньо здобувача. Плідники і життєздатна молодь креветки були завезені з Астраханських рибоводних заводів. Була відпрацьована технологія повного циклу вирощування даного виду гідробіонта [17].

В 2001 році за ініціативи приватного підприємства ООО «Аквапродукт» були розпочаті роботи по виробництву і вирощуванню гігантської креветки в Херсонській області. З цією метою в Росії закупили технологію виробництва і маточне поголів'я креветки в кількості 65 особин (25 самців, 40 самок). Відтворення і підрощування молоді креветки проводили в умовах УЗВ, вирощування товарної креветки у ставках. Вирощування проводилося без годівлі у ставках з піщаним ґрунтом, продуктивність складала 200 кг/га [18,19].

Сьогодні більшість ферм стикаються з безліччю проблем, які різною мірою відображаються на врожайності гігантської креветки. Важливу роль при цьому

відіграють специфічні хвороби даної креветки, які призводять до зменшення росту виробництва і, як результат, величезних економічних втрат.

Креветки піддаються різноманітним хворобам вірусної, бактеріальної та грибкової етіології. Вони вражаються мікроспоридіями, нематодами, трематодами, цестодами, деякими видами інфузорій і ракоподібних [20].

Найбільш поширеною хворобою, яка характерна для більшості видів як прісноводних, так і морських ракоподібних, є хвороба «чорні плями». Вона може мати бактеріальну, грибкову або змішану природу, до неї сприйнятливі всі стадії розвитку гігантської креветки. Характерна зовнішня ознака хвороби – різноманітні за величиною і локалізацією плями (від коричневих до чорних) на тілі креветок – наслідок дії ряду бактерій.

Некротичні вогнища, які утворюються при хворобі «чорні плями» на тілі креветок, можуть бути провідниками вторинної бактеріальної інфекції. Результатом такого змішаного враження може стати летальна септицемія. Приєднання грибкової інфекції в процесі пошкодження кутикули призводить до загибелі особин.

Найбільш поширеною хворобою личинок⁴ – є хвороба середнього циклу (IV – IX стадії). Симптоми виявляються в першу чергу у різкому зниженні споживання креветками їжі. Хвороба протікає в гострій формі і викликає високу смертність личинок на ранніх стадіях розвитку (впродовж 4-6 днів відмічають масову загибель личинок – до 70% від загальної кількості). Причина хвороби не встановлена, ймовірно, це бактеріальна інфекція [21].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Програма дослідження

Програма дослідження передбачала вирішення таких завдань:

1. Аналіз літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи.
2. Оцінити плодючість гігантської прісноводної креветки в умовах УЗВ.
3. Оцінити вплив факторів навколишнього середовища (вмісту кисню та температури) на розвиток гігантської прісноводної креветки
4. Оцінити екологічні та біологічні особливості вирощування личинок гігантської креветки.

2.2. Методика дослідження

Кваліфікаційна робота виконувалися в лабораторії аквакультури Поліського національного університету. Матеріал для дослідження було зібрано впродовж 2020-2021 рр. В роботі використані також літературні дані.

Дослідження проводилися в двох напрямках:

- біологічна складова технологічного процесу культивування гігантської креветки;
- аспекти біотехнології культивування гігантської креветки з акцентом на дослідження середовища існування і самих креветок на усіх стадіях життєвого циклу.

Біологічний аналіз креветок включав: визначення розмірно-масових характеристик на усіх стадіях розвитку, частоту линяння, плодючості самок і тривалість ембріогенезу, життєздатність на усіх етапах життєвого циклу.

При проведенні стандартного біологічного аналізу у креветок визначали: стать, загальну довжину (від кінця роstrumu до кінця тельсона) і масу тіла, стадію і тривалість ембріогенезу та личинкового розвитку. Також реєстрували

життєздатність креветок на усіх стадіях життєвого циклу, частоту линьок у дорослих особин, кількість самок, які розмножуються.

Вимірювання довжини тіла визначали за допомогою штангенциркуля з точністю до 1 мм. Індивідуальну масу визначали за допомогою електронних вагів, попередньо просушивши тварин фільтрувальним папером.

Інтенсивність росту (Q) визначали за формулою [22]:

$$Q = W_k/W_0,$$

де W_0 – початкова маса тварини (г); W_k – кінцева маса тварини (г).

Для розрахунку середньодобового приросту використовували рівняння:

$$Сдр = (10(\lg W_k - \lg W_0)/n - 1) \times 100$$

де, Сдр – середньодобовий приріст;

W_0 – початкова маса тварини (г);

W_k – кінцева маса тварини (г);

n – кількість діб між вимірюваннями.

Довжину (L) личинок вимірювали за допомогою окуляр – мікрометра, від початку роструму до кінця тельсона з точністю до 0,01 мм. Масу личинок визначали шляхом зважування на мікроаналітичних вагах ВЛМ-1 з точністю до 0,01 мг, попередньо підсушують їх фільтрувальним папером.

Стадію личинкового розвитку креветки визначали під мікроскопом МБС-10. Визначення кількості личинок здійснювали шляхом відбору проб об'ємом 50 мл в 5 точках (в 4-х кутах інкубатора і в центрі) мірним стаканом. Перед відбором проб в апаратах відключали аерацію і фільтрацію і повільно перемішували личинок в інкубаторі скляною трубкою. Підрахунок личинок проводили в кожній пробі, знаходили середнє значення, а потім розраховували кількість личинок у всьому об'ємі інкубатора.

Вимірювання яєць із кладки здійснювали при допомозі окуляр-мікрометра. На основі отриманих даних розраховували об'єм одного яйця. Оскільки яйця креветок мають овальну форму і зберігають її впродовж всього ембріонального розвитку, їх об'єм визначали за формулою, яка описує еліпсоїд:

$$V = \pi Dd^2/6,$$

де, D і d великий і малий діаметри яйця відповідно.

Масу сирої і сухої речовини яєць визначали за загальновідомою методикою. Зважування проводили з точністю до 0,01 мг на мікроаналітичних вагах ВЛМ-1, попередньо підсушивши яйця фільтрувальним папером. Матеріал висушували до постійної маси в сушильній шафі за температури +60⁰С.

Стадії ембріонального розвитку встановлювали по 50 бальній шкалі, проглядаючи під мікроскопом яйця, зняті з плеоподів живих самок:

I стадія – ікра нова, щойно відкладена на плеоподи, напівпрозора без слідів дробіння;

II стадія – початок дробіння яйця, зародкова смужка у вигляді напівмісяця. Жовток займає $\frac{3}{4}$ об'єму ікринки;

III стадія – ікра набуває бурого відтінку, можна розглядати вузьку рисочку – початок формування очей в ембріону. Жовток займає $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ частину об'єму ікринки;

IV стадія – яскраво виражене око в ембріона, кількість жовтка дещо менша ніж на попередній стадії;

V стадія – личинка повністю сформована і готова до виходу з яйцевої оболонки. Жовток, що залишився заключений всередині карапаксу.

Початкову реалізовану плодючість (ПРП) і кінцеву реалізовану плодючість (КРП) визначали ваговим методом. За ПРП приймали кількість свіже відкладених яєць на плеоподах самок на початку інкубаційного періоду, за КРП – кількість ікринок на плеоподах самок наприкінці інкубаційного періоду, перед викльовуванням личинок. Відносну реалізовану плодючість визначали, як відношення ПРП до маси тіла самки.

Фотографування яєць здійснювали при допомозі тринокулярного мікроскопу Konus Biorex-3 з фотонасадкою DCM 510, дорослих особин – фотокамерою Olympus SP-550UZ.

Методи контролю гідрологічних параметрів середовища. Температуру води визначали за допомогою ртутного термометра з точністю до 0,1⁰С. в ході експериментальних робіт воду з необхідною для вирощування личинок

солоністю (12‰) отримували шляхом розведення морської води звичайною водопровідною, яку попередньо відстоювали і знезаражували при допомозі УФ установки UV 12 GPM. Солоність води визначали за допомогою аерометра з точністю до 0,0001.

Величину рН середовища реєстрували при допомозі іономіру універсального EB-74. Вміст кисню і біогенів (нітрати, нітрити, амоній) у воді визначали за загальноприйнятими методиками. Також застосовувалися експрес-тести.

Для аерації води використовували компресори Resun ACO-006 (88 л/хв). Фільтрацію води виконували за допомогою зовнішнього фільтра (620 л/год). Підтримання температури води на заданому рівні здійснювали нагрівачами потужністю 200-250 Вт. Оптимальний фоторежим: 12:12 (світло : темрява) і освітленість – 1000 лк для дорослих особин і молоді, 14:10 (світло : темрява) і освітленість – 2000 лк для личинок креветки досягалися шляхом використання люмінесцентних ламп.

2.3. Характеристика предмету дослідження

Гігантська прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii* відноситься до роду *Macrobrachium*. Рід нараховує від 130 – 150 до 200-240 видів.

Перша згадка про цю креветку датується 1705 роком. У *M. rosenbergii* виділяють два підвиди: західний *M. rosenbergii dacqueti* і східний *M. rosenbergii rosenbergii*. Західний підвид притаманний для східного узбережжя Індії, а також Тайланду, Малайзії, Індонезії, Суматри, Яви і Калімантану. Креветки східного підвиду, мешкають на Філіппінах, Сулавесі, Іран-Джаю, Папуа-Нова Гвінея і в північній Австралії. Розрізняються ці два підвиди за ознаками: швидкістю росту, особливостями личинкового розвитку, стійкістю молоді до абіотичних факторів. Креветки цих підвидів вільно схрещуються і дають життєздатне потомство.

Тіло креветки складається з 21 сегменту і розділяється на три відділи: головогруди, абдомн і тельсон.

Кожен відділ має придатки у вигляді виростів і кінцівок різного функціонального призначення. Як сегменти тіла, так і їхні придатки вкриті панциром.

Головогруди включають в себе перші 13 сегментів тіла, які вкриті як зверху, так і з боків несегментованим панциром – карапаксом. Передній кінець карапаксу витягнутий в шипоподібний роstrум, загострений на кінці. В цього виду дуже довгий роstrум, витягнутий доверху, з дорсального боку якого зазвичай 11-14 шипів, з вентрального – 8-10 шипів (кількість зубчиків з нижнього боку роstrуму – важлива видова ознака). З боків від основи роstrуму розташовані стебликові очі. В очному стеблику знаходиться декілька органів внутрішньої секреції. Їхні гормони регулюють розташування пігментів в клітинах, процес линяння, обмін речовин. Для креветок характерним є «мозаїчний зір» за рахунок складної будови ока (кожне око складається з великої кількості фасеток, число яких зростає з віком).

В креветок є дві пари вусів. Довгі вуса (антени) містять особливі чутливі щетинки, які легко вловлюють коливання води і є органами дотику і нюху. Під ними знаходяться короткі вуса (антенули) – орган сприйняття хімічних подразників. З 8 пар грудних кінцівок 3 передні перетворені ногощелепи. Вони беруть участь в утриманні харчових часточок і передачі їх до ротового отвору. Інші 5 пар грудних ніг слугують головним чином для пересування. Дві передні ходильних ніг в креветок перетворені в клешні, які вони використовують для захоплення їжі, захисту, очищення поверхні тіла. У самців клешні крупніші, ніж у самок. Переоподи цікаві тим, що ліва і права ноги кожної пари рухаються незалежно одна від одної.

До органів цефалоторакса відносяться також навколоротові кінцівки, які перетворені на щелепи. У креветок їх три пари: дві нижні і одна верхня. Верхні щелепи – мандибули або жвали – завжди потужні і слугують для перетирання і розривання їжі. Друга пара нижніх щелеп (максили) мають крупну зовнішню лопать – скафогнатид, основне призначення якого призводить в рух воду і

заганяє її в зяброві камери. Таким чином, скафогагнатид бере участь в процесі дихання.

Абдомен (черевце) в креветки утворене 7 сегментами, включаючи останній видозмінений сегмент – тельсон. На черевних сегментах розташовані плавальні ніжки – плеоподи, їх п'ять пар. Останній черевний сегмент несе парні уроподи, які утворюють разом з тельсоном хвостове віяло. Первинна функція плеоподів плавальна, окрім того, вони беруть участь в процесі розмноження. У самців друга пара плеоподів частково перетворена в копулятивний орган, а самки на плеоподах відкладають ікру.

Забарвлення в гігантської креветки досить різноманітне, проте переважають сіро-зелені або блакитні відтінки. Значення при цьому має здатність креветки змінювати свій колір в залежності від навколишнього середовища.

Внутрішня будова креветок представлена: травною системою, кровообігу і газообміну, органами виділення і розмноження, м'язовою системою і залозами внутрішньої секреції.

Травна система складається із ШКТ (включає три відділи: передній (стравохід і шлунок), середній і задній) і травна залоза (гепатопанкреас), яка суміщає функції печінки і підшлункової залози. Процес травлення розпочинається з потрапляння їжі в ротовий отвір за допомогою ногощелеп, де вона подрібнюється щелепами. Через стравохід подріблена їжа надходить в шлунок, до остаточно подрібнюється. Далі через пілоричну частину шлунку вона проштовхується до середньої кишки, та частина їжі, яку не вдається креветці розм'якшити, виштовхується назад через рот. Середня кишка пов'язана з травною залозою, за участі якої протікає процес перетравлювання. По мірі просування їжі по середній кишці відбувається всмоктування. Неперетравлені залишки перистальтичними рухами м'язів задньої кишки викидаються назовні через анальний отвір.

Органи дихання креветок представлені зябрами, які розташовані в зябрових порожнинах під карапаксом. Починаються зябра в основі ногощелеп і

закінчуються в основі ходильних ніг. До зябрової порожнини вода надходить через щілину між головним відділом і грудьми, а виштовхується з протилежного боку. При цьому напрямок руху води може періодично змінюватися. В зябрах здійснюється газообмін і насичення киснем крові.

Кровоносна система відноситься до незамкненого типу. Серце розташоване в навколосерцевій сумці під карапаксом у задньому відділі головогрудей. Серце – м'язовий мішок багатогранної форми. Кров – майже прозора рідина. Нервова система складається з парного головного мозку, навкологлоткових коннектив і пари черевних нервових стовбурів з гангліями в кожному сегменті. Ганглії – ряд потовщень, що витягнуті в ланцюжок.

Органом рівноваги в креветок є статоцисти, які розташовуються в основі перших антен і відкриваються назовні. В якості статолітів в них використовуються піщинки, які під час линяння тварин оновлюються.

Органами виділення у креветки є антенальні (функціонують в дорослих особин) і максиллярні (функціонують на личинкових стадіях) залози, функції яких аналогічні ниркам хребетних тварин.

Гігантська креветка – роздільностатева. Самці крупніші від самок. Характерною рисою самців гігантської креветки є наявність сильно розвинених клешень, при допомозі яких він утримує самку під час процесу спарювання.

Статеві органи самок представлені яєчниками (парні органи). Кожен яєчник складається із двох симетрично розташованих порожнин і короткого яйцоводу, які знаходяться в головогрудному відділі, дорсально по відношенню до шлунку і травної залози. Гонопори (статеві отвори) в самок розташовуються між переоподами третьої пари. Статеві органи самців представлені сім'яниками (парні утвори), розташовані аналогічно яєчникам самки, сім'яними протоками і гонопорами (статеві отвори), які знаходяться коксоподиті п'ятої пари переопод.

Процес спарювання відбувається між статевозрілими особинами, по закінченні процесу линяння у самки (самець має мати твердий хітиновий покрив). Запліднення зовнішнє. Плодючість цього виду прямо залежить від маси самки і в міру її збільшення зростає від 20000 до 150000 яєць.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КУЛЬТИВУВАННЯ ГІГАНТСЬКОЇ ПРІСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ В УМОВАХ УЗВ

3.1. Оцінка плодючості гігантської креветки в умовах УЗВ

Визначення меж репродуктивних показників необхідно, зокрема для розкриття потенційних можливостей репродуктивної здатності тварин. Плодючість – одна з найбільш важливих характеристик, що визначає здатність виду підтримувати і підвищувати свою чисельність.

Плодючість прямо пропорційно залежить від довжини і маси тіла самки, в оптимальних умовах вона зростає в міру збільшення розмірів тіла креветки, що є закономірним для усіх пойкилотермних тварин. Зв'язок плодючості і лінійних розмірів самки показаний на рисунку 3.1. Згідно отриманих даних в діапазоні лінійних розмірів самок 7,7 – 14,3 см і маси 5,15-38,4 г ПРП зростає від 3071 до 54693 шт. яєць в одній кладці.

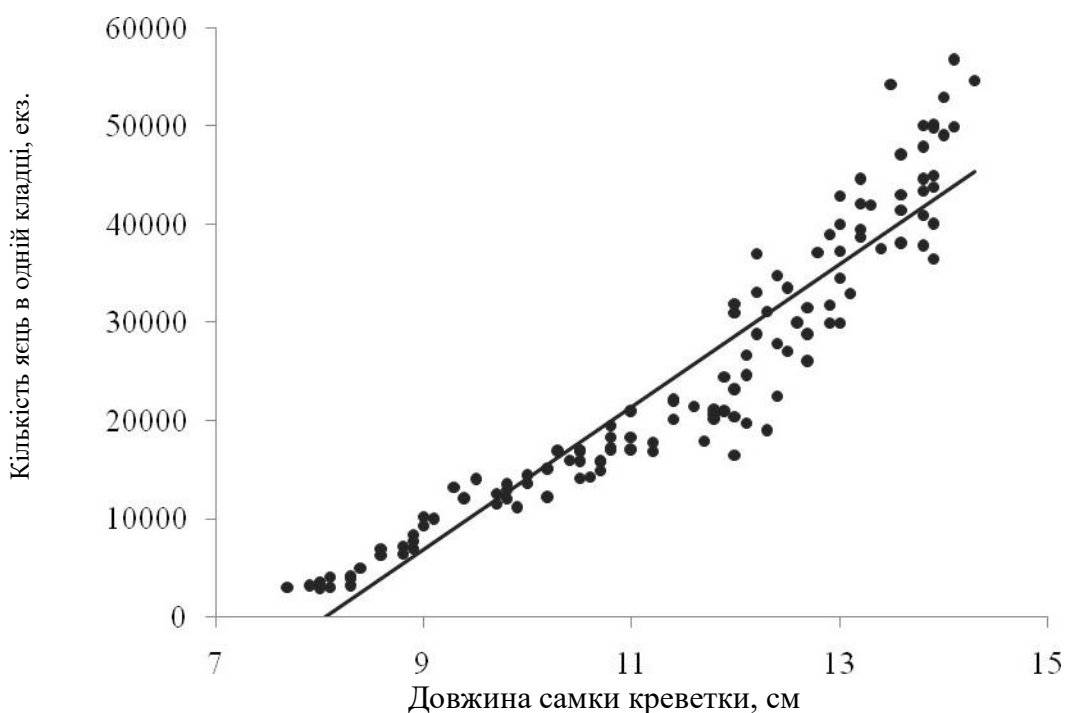


Рис. 3.1. Залежність початкової реалізованої плодючості від лінійних розмірів самки гігантської креветки

В інтервалі лінійних розмірів 7,7-14,3 см залежність може бути апроксимована лінійним рівнянням ($R = 0,944$; $F = 1008,22$; $df = 123$; $p < 0,001$):

$$E = 7281L - 58706 \quad (R^2 = 0,891),$$

де E – кількість яєць в кладці самки, екз., L – довжина самки, см.

Оцінку статистичної значимості регресивної моделі проводили за допомогою F - критерія Фішера. Фактичне значення $F_{\text{факт}} = 1008,22$; табличне значення $F_{\text{табл}} = 3,92$. Оскільки $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$, то регресійна модель визнається статистично значимою.

ПРП має статистично значиму кореляцію з масою тіла креветки ($R = 0,974$; $F = 2363,53$; $df = 123$; $p < 0,001$). Залежність ПРП має статистично значиму кореляцію з масою тіла креветки. Залежність ПРП від маси (рис. 3.2.) може бути апроксимована рівнянням, яке має вигляд:

$$E = 1543 W - 6965 \quad (R^2 = 0,951),$$

де E – кількість яєць в кладці самки, екз., W – маса самки креветки, г.

Оцінку статистичної значимості регресивної моделі проводили при допомозі F - критерія Фішера. Фактичне значення $F_{\text{факт}} = 2363,53 > F_{\text{табл}} = 3,92$, то регресійна модель визнається статистично значимою.

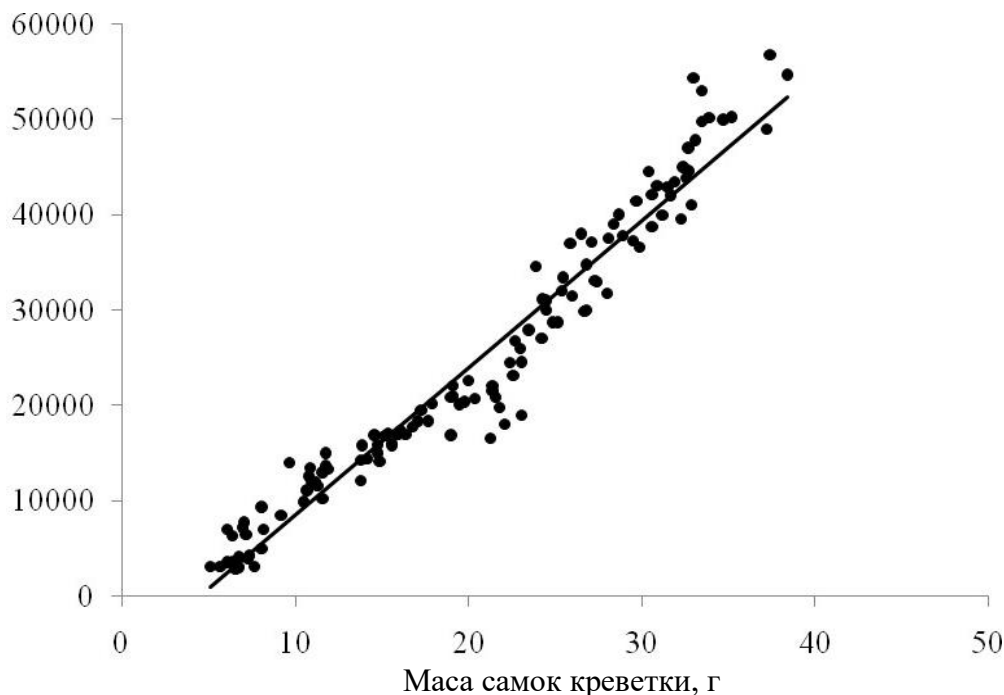


Рис. 3.2. Залежність початкової реалізованої плодючості від маси самки гігантської креветки

Кінцева реалізована плодючість кількісно характеризує «робочу» плодючість. Фактично можна оцінити, як чисельність поповнення, так і динаміку зниження кількості покоління на початкових стадіях розвитку.

Результати дослідження показали, що в діапазоні лінійних розмірів самок від 7,5 до 14,2 см і маси від 5,3 до 38,1 г КРП варіює від 678 до 39925 шт. яєць в одній кладці (рис. 3.3, 3.4). Коефіцієнт кореляції КРП з лінійними розмірами самки гігантської креветки дорівнює 0,924 ($F = 713,96$; $df = 123$); кореляція була статистично значимою ($p < 0,001$).

Залежність плодючості від довжини тіла креветки може бути апроксимована лінійним рівнянням:

$$E = 5849 L - 51104 (R^2 = 0,853),$$

де E – кількість яєць у кладці самки, екз.; L – довжина самки, см.

Оцінку статистичної значимості регресійної моделі проводили при допомозі F – критерію Фішера. Фактичне значення $F_{\text{факт}} = 713,96$; табличне значення $F_{\text{табл}} = 3,90$. Оскільки $F_{\text{факт}} = 1008,22 > F_{\text{табл}} = 3,90$, то регресійна модель визнається статистично значимою.

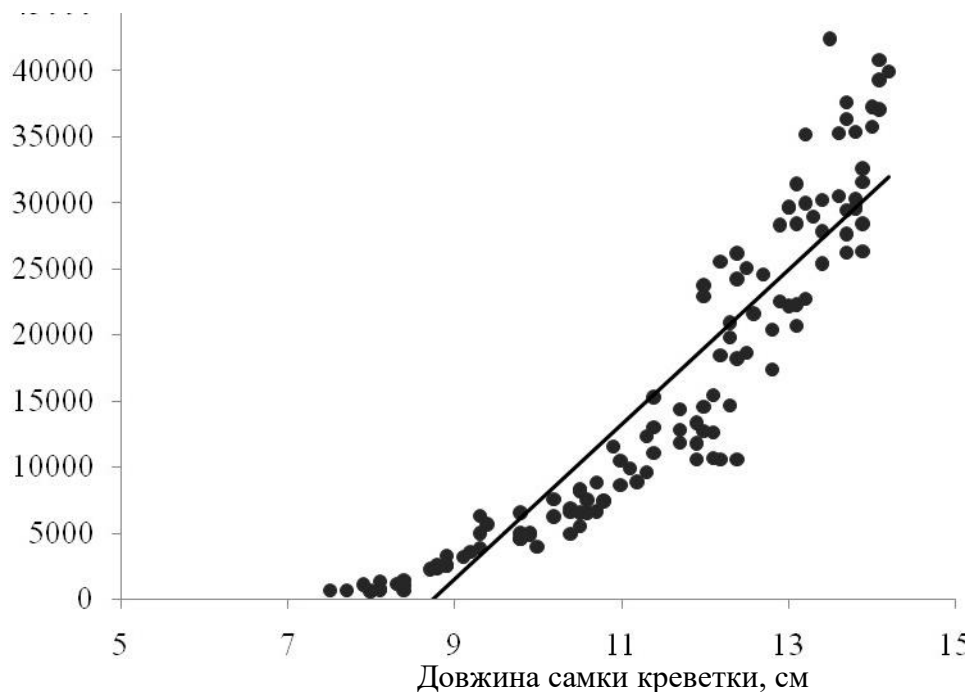


Рис. 3.3. Залежність кінцевої реалізованої плодючості від лінійних розмірів самки гігантської креветки

КРП має значиму кореляцію з масою тіла креветки ($R = 0,974$; $F = 1473,69$; $df = 123$; $p < 0,001$). Залежність КРП від маси самки креветки може бути апроксимована рівнянням, яке має вигляд:

$$E = 1262 W - 9653 (R^2 = 0,923),$$

де E – кількість яєць в кладці самки, екз., W – маса самки креветки, г.

Оцінку статистичної значимості регресійної моделі проводили за допомогою F – критерію Фішера. Оскільки $F_{\text{факт}} = 1473,70 > F_{\text{табл}} = 3,90$, то регресійна модель визнається статистично значимою.

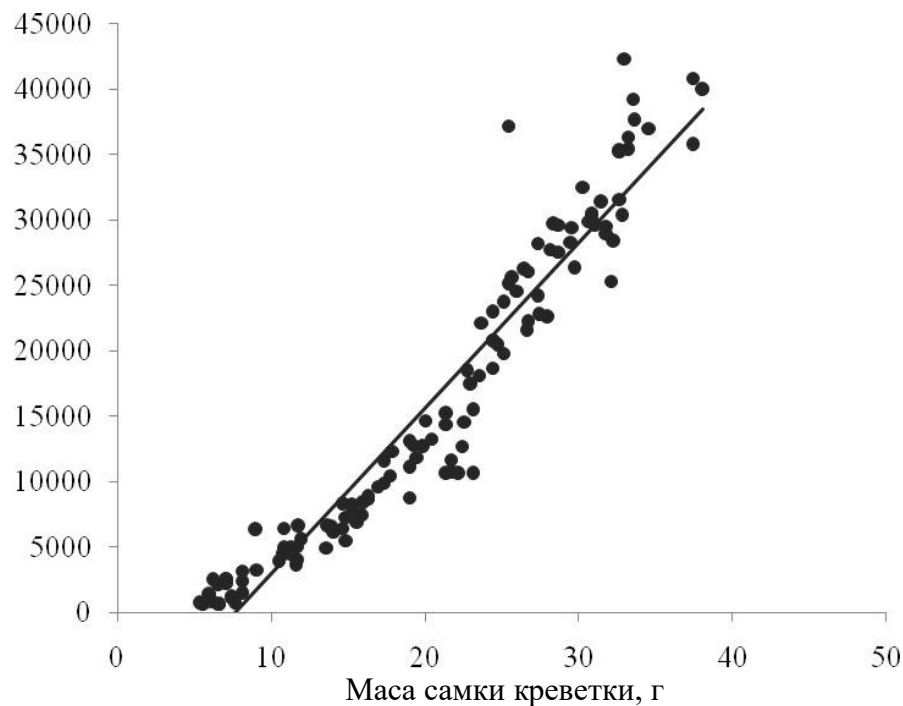


Рис. 3.4. Залежність кінцевої реалізованої плодючості від маси самки гігантської креветки

Суттєвим показником репродуктивних властивостей особин популяції виду є відносна плодючість (ВРП), яка відображає репродуктивну здатність самок. При визначенні ВРП перерахунок робили на одиницю живої маси креветки, оскільки при розтині відбувається неуточнена втрата води з внутрішньої порожнини, що значно знижує точність визначення маси і робить результат сумнівним. В нашій роботі ми визначали ВРП як відношення початкової реалізованої плодючості до маси креветки (табл. 3.1).

Репродуктивні параметри самок гігантської креветки

Маса креветки, г	ПРП, шт.	ВРП, шт.
5 – 10	5541 ± 613	759 ± 64
10 – 15	13304 ± 425	1072 ± 24
15 – 20	18717 ± 452	1074 ± 10
20 – 25	24676 ± 1104	1074 ± 38
25 – 30	34991 ± 818	1277 ± 23
30 – 35	45140 ± 994	1396 ± 24

Порівняльний аналіз середніх значень ПРП, КРП та ВРП проводився для особин з масою тіла від 5 до 35 г. В межах даного діапазону мас різниця середніх значень ПРП і ВРП підтверджували критерієм Стьюдента ($t = 12,22$; $p < 0,001$), також як і середні значення КРП і ВРП ($t = 10,85$; $p < 0,001$). Різниця між середніми значеннями ПРП і КРП також статистично значима ($t = 2,76$; $p = 0,0065$).

Як встановлено під час проведення експериментів в процесі ембріогенезу за різними причинами (різноманітні хвороби, обростання епібіонтами, механічні пошкодження) відбуваються втрати частини яєць, при цьому життєздатність ембріонів залежить від довжини самки.

Однофакторний дисперсійний аналіз підтвердили вплив лінійних розмірів самок на життєздатність креветок на стадії ембріогенезу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Результати дисперсійного аналізу впливу лінійних розмірів самки на життєздатність креветок на стадії ембріогенезу

Фактор	SS	MS	F	p
Довжина	26502,85	6625,71	103,50	<0,001
Залишкова	3200,68	64,01		

Примітка: SS – загальна сума квадратів; MS – середньоквадратичне відхилення; F – розрахункове значення критерію Фішера, p – рівень значимості.

Різниця між ПРП і КРП, яка показує втрати яєць при інкубації, становить 20% для самок довжиною від 7,5 до 8,5 см. Із збільшенням лінійних розмірів тіла

самки до 13,5 – 14,5 см життєздатність ембріонів зростає до 93% ($p < 0,001$). Таким чином, втрати яєць в процесі ембріогенезу в більш крупних самок є нижчими, ніж в дрібних. Отримані дані узгоджуються з літературними.

3.2. Екологічні та біологічні особливості вирощування личинок гігантської креветки

Личинки виходять з яйця на стадії зоеа, для якої характерним є розділення тіла на головогруді, сегментоване черевце і слабо розвинені кінцівки. Перехід до наступної стадії розвитку відбувається в результаті линьок, під час яких личинки активно ростуть. В період личинкового росту креветки плавають у товщі води, пересуваються шляхом різких вертикальних рухів, головою донизу. Таке положення обумовлено масивністю голово грудного відділу у порівнянні з іншими частинами тіла.

В наших дослідах личинок гігантської креветки, отриманих в результаті нересту самок, вирощували в інкубаторах об'ємом 300 л (робочий об'єм 280 л) і 160 л (робочий об'єм 150 л) із солонуватою водою (солоність 10-14 ‰). Під час експерименту воду з необхідною для вирощування личинок солоністю отримували шляхом розбавлення морської солі. Температура води в апаратах підтримувалася в діапазоні $+24 \dots +34^{\circ}\text{C}$. в інкубаторах здійснювалася постійна фільтрація і аерація води. Для попередження потрапляння личинок у фільтр забір води проводився з використанням насадок (з поролону). Гідрохімічні показники середовища утримання підтримували на оптимальному для личинок креветки рівні (рН середовища – 7,5-8,0; кількість розчинного кисню близько 70%; концентрація нітритів – 0,1 мг/л, нітратів – не більше 10 мг/л; оптимальний фоторежим 14:10 (світло : темрява).

При культивування личинок ми застосовували «метод чистої води» (в інкубаторах, де вирощували личинок, щодня здійснювали підміну 100% води.

Розмірно- масові характеристики. В період личинкового метаморфозу розміри креветки змінюються, зростаючи від $1,69 \pm 0,03$ мм на I-стадії до $7,84 \pm 0,11$ мм на стадії XI. Таким чином, відбувається збільшення показників

розмірних характеристик у 4,6 разів. Наприклад, за даними І Уно і С. Квона – личинка на першій стадії має довжину 1,92 мм, на XI – 7,73 мм.

Вже на фазі личинкового циклу виявлені високі темпи росту гігантської креветки. Личинки швидко набирають масу, яка в міру росту змінюється від $0,079 \pm 0,003$ мг до $4,134 \pm 0,027$ мг. Збільшення цієї величини за період метаморфозу відбувається в 52 рази.

Згідно наших досліджень тривалість розвитку креветки від личинкової стадії до постличинки в середньому становить 25-31 добу. При цьому перші пост личинки з'являються на 17-20 добу з моменту викльовування.

Кожна із 11 личинкових стадій гігантської креветки проходить за 1-4 доби, проте не всі личинки линяють одночасно. В таблиці 3.3.наведені дані про тривалість розвитку личинок гігантської креветки.

Таблиця 3.3

Тривалість розвитку личинок гігантської креветки

Доба	Стадії личинкового розвитку	Частка личинок на кожній стадії розвитку, %
1	I	100
2	I – II	29 – 71
4	III	100
7	IV – V	10 – 90
10	V – VI	26 – 74
13	VI – VII – VIII	10 – 60 – 30
16	VII – VIII – IX – X	8 – 55 – 26 – 11
19	X – XI – P1	65 – 33 – 2
22	XI – P1	63 – 37
24	XI – P1	6 – 94

Примітка: P1 – postlarvae (постличинка)

Найбільша нерівномірність линьок у креветок відмічається на 13-19 добу, тобто на останніх стадіях розвитку, перед метаморфозом личинки в постличинку.

Така асинхронність линьок посилює канібалізм у креветок, і, як наслідок, знижує життєздатність на даному етапі розвитку. Даний негативний фактор відмічається також іншими авторами. Більшість дослідників дотримуються думки, що для підвищення життєздатності гідробіонтів необхідно синхронізувати процес линяння в личинок в умовах аквакультури, що можна досягти шляхом повного контролю і управління умовами утримання креветок: температурою і солоністю, розчинного в ній кисню, азотних сполук, кормових організмів на одиницю об'єму на усіх стадіях вирощування.

Під час досліджень була виявлена залежність росту і розвитку личинки креветки від величини солоності води (рис.3.5). згідно наших даних, збільшення показника солоності води з 10‰ до 12‰ призводить до скорочення строків метаморфозу личинки, проте подальше зростання цього показника до 14‰ збільшує цей період розвитку креветки. Таким чином, личинки однієї і тієї ж довжини гігантської креветки досягають при солоності 10‰ за 31 добу, 12‰ – 21 добу, 14‰ – 27 діб.

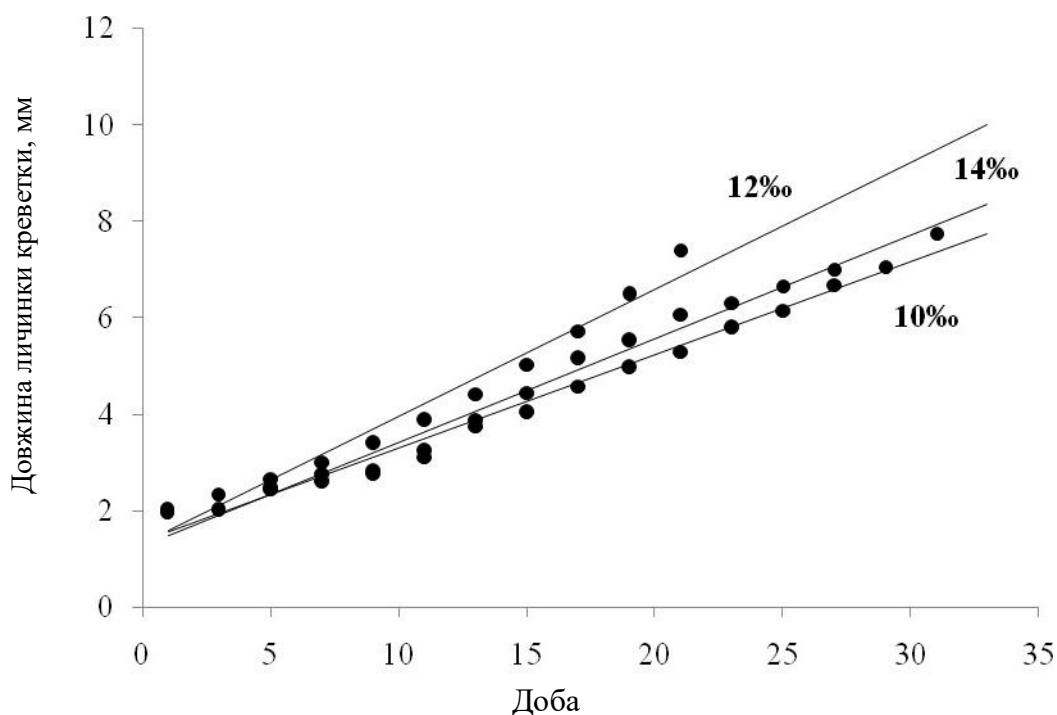


Рис. 3.5. Розмірно-часові характеристики личинок гігантської креветки за різних значень солоності води

Залежність довжини тіла личинки від тривалості періоду росту може бути апроксимована лінійним рівнянням: при солоності 10‰ ($R = 0,994$; $F = 1192,45$; $df = 15$; $p < 0,001$):

$$L = 1,382 + 0,193T \quad (R^2 = 0,988),$$

де L – довжина личинки, мм; T – тривалість періоду росту личинки, діб.

Оцінку статистичної значимості регресійної моделі проводили при допомозі F – критерію Фішера. Оскільки $F_{\text{факт}} = 11192,45 > F_{\text{табл}} = 4,60$, то регресійна модель визнається статистично значимою.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,1448$.

Фактичне значення: $t_0 = 13,3938$; $t_1 = 34,5318$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 більші від табличних, отже, вони статистично значимі.

При солоності 12‰ ($R = 0,984$; $F = 283,23$; $df = 10$; $p < 0,001$):

$$L = 1,348 + 0,262T \quad (R^2 = 0,969),$$

де L – довжина личинки, мм, T – тривалість періоду росту личинок, діб.

Оцінку статистичної значимості регресійної моделі проводили за допомогою F – критерію Фішера. Оскільки $F_{\text{факт}} = 283,23 > F_{\text{табл}} = 5,12$, то регресійна модель визначається як статистично значимою.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,2622$.

Фактичне значення: $t_0 = 6,8232$; $t_1 = 16,8295$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 , більше табличних, отже, вони статистично значимі.

При солоності 14‰ ($R = 0,989$; $F = 512,74$; $df = 13$; $p < 0,001$):

$$L = 1,283 + 0,214T \quad (R^2 = 0,977),$$

де L – довжина личинки, мм; T – тривалість періоду росту личинок, діб.

Оцінку статистичної значимості регресійної моделі проводили за допомогою F – критерію Фішера. Оскільки $F_{\text{факт}} = 512,74 > F_{\text{табл}} = 4,75$, то регресійна модель визначається статистично значимою.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,1788$.

Фактичні значення: $t_0 = 8,3938$; $t_1 = 22,6437$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 більші за табличні, отже, вони статистично значимі.

Також відмічається суттєвий вплив солоності води на життєздатність личинок гігантської креветки. Максимальна життєздатність личинок (56%) відмічалася за солоності 12‰. Зниження даного показника до 10‰ негативно впливає на ріст личинок креветки і призводить до зниження відсотку життєздатності до 10%. Підвищення значення солоності до 14‰ також знижує життєздатність личинок до 44%.

Дисперсійний аналіз підтвердив вплив солоності на тривалість періоду личинкового розвитку і життєздатність креветок (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати дисперсійного аналізу впливу солоності на тривалість личинкового розвитку і життєздатність креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Солоність (тривалість)	489	245	29	<0,001
Солоність (життєздатність)	13770	6885	160	<0,001

Примітка: SS – загальна сума квадратів; MS – середньоквадратичне відхилення; F – розрахункове значення критерію Фішера; p – рівень значимості.

Життєздатність креветок на стадії личинкового розвитку було значно вищим при солоності 12‰ (табл. 3.5). при солоності води 10‰ і 14‰ строки личинкового розвитку значимо вищі, ніж при солоності 12‰.

Середні показники життєздатності і тривалість розвитку креветок за різних показників солоності води

Солоність		12‰	14‰
10‰	тривалість	$p < 0,001$	$p = 0,020$
	життєздатність	$p < 0,001$	$p < 0,001$
12‰	тривалість	-	$p < 0,001$
	життєздатність	-	$p = 0,0013$

Безперечний зв'язок спостерігається між темпами личинкового розвитку креветки і температурою навколишнього середовища. Чим вища температура води, тим швидше відбувається личинковий метаморфоз. Однакових розмірів креветки досягають за температури $+28^{\circ}\text{C}$ за 40 діб, за $+30^{\circ}\text{C}$ за 30 діб, а за $+31^{\circ}\text{C}$ за 24 доби (рис. 3.6).

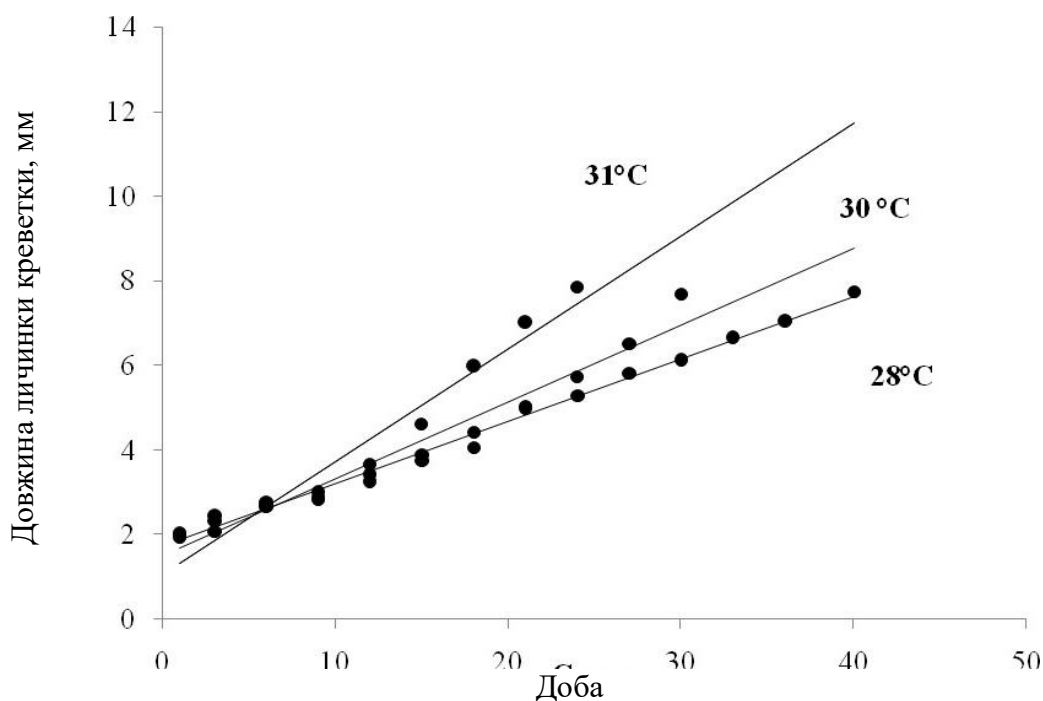


Рис. 3.6. Розмірно-часові характеристики личинок креветки за різних значень температури

Залежність довжини тіла від тривалості періоду росту може бути апроксимована лінійним рівнянням:

За температури $+31^{\circ}\text{C}$ ($R = 0,979$; $F = 160,14$; $df = 9$; $p < 0,001$):

$$L = 1,067 + 0,267T \quad (R^2 = 0,958),$$

де L – довжина личинки, мм, T – тривалість періоду росту личинок, діб.
Регресійна модель статистично значима, оскільки $F_{\text{факт}} = 160,14 > F_{\text{табл}} = 5,59$.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,3646$.

Фактичні значення: $t_0 = 3,5406$; $t_1 = 12,6548$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 , отже вони статистично значимі.

При температурі $+30^{\circ}\text{C}$ ($R = 0,982$; $F = 245,61$; $df = 10$; $p < 0,001$):

$$L = 1,507 + 0,182T \quad (R^2 = 0,964),$$

де L – довжина личинки, мм, T – тривалість періоду росту личинки, діб.

Регресійна модель статистично значима, оскільки $F_{\text{факт}} = 245,61 > F_{\text{табл}} = 5,12$.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,2622$.

Фактичні значення: $t_0 = 7,3141$; $t_1 = 15,6718$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 більші від табличних, отже вони статистично значимі.

При температурі $+28^{\circ}\text{C}$ ($R = 0,995$; $F = 1268,36$; $df = 13$; $p < 0,001$):

$$L = 1,734 + 0,147T \quad (R^2 = 0,991),$$

де L – довжина личинки, мм, T – тривалість періоду росту личинок, діб.

Регресійна модель статистично значима, оскільки $F_{\text{факт}} = 1268,36 > F_{\text{табл}} = 4,75$.

Оцінку статистичної значимості параметрів регресії і кореляції проводили за допомогою t – критерію Стьюдента.

Табличне значення: $t_{\text{табл}} = 2,1788$.

Фактичні значення: $t_0 = 18,1518$; $t_1 = 35,6139$.

Розрахункові критерії t_0 і t_1 більші від табличних, отже, вони статистично значимі.

Залежить від температури води і життєздатність личинок гігантських креветок. Найбільша життєздатність личинок (56%) відмічається при температурі +31°C. При зниженні значення температури до +24°C життєздатність личинок знижується до 2%. З підвищенням температури понад +32°C, відмічається масова загибель личинок.

Однофакторний дисперсійний аналіз підтвердив вплив температури на тривалість періоду личинкового розвитку і життєздатність креветок (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Результати дисперсійного аналізу впливу температури на тривалість личинкового розвитку і життєздатність креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Температура (тривалість)	1274	637	56,15	<0,001
Температура (життєздатність)	4806	1602	20,44	<0,001

Примітка: SS – загальна сума квадратів; MS – середньоквадратичне відхилення; F – розрахункове значення критерію Фішера; p – рівень значимості.

Максимальна життєздатність креветок на стадії личинкового розвитку і мінімальна тривалість періоду розвитку достовірно відмічалися за температури +31°C (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Порівняння показників життєздатності і тривалості розвитку креветок за різної температури води

Температура		30°C	31°C
28°C	тривалість	p = 0,0004	p<0,001
	життєздатність	p<0,001	p<0,001
30°C	тривалість	-	p<0,001
	життєздатність	-	p = 0,029

Таким чином, солоність і температура є домінуючими факторами в період личинкового метаморфозу гігантської креветки. Так, при зниженні температури води, стадії личинкового метаморфозу стають більш тривалішими, а

життєздатність личинок знижується. З підвищенням температури, яка перевищує оптимальні значення, тривалість личинкових стадій різко скорочується аж майже до того, що личинка не проходить повністю усіх стадій свого розвитку, що також суттєво впливає на життєздатність. Личинки більш толерантні до коливання солоності води, проте різка зміна цього показника в процесі метаморфозу, негативно впливає на ріст і життєздатність креветки, при цьому, необхідно відмітити, що личинки більш лабільні до підвищення цього показника, ніж до його зниження. В наших дослідках при оптимальному поєднанні солоності (12‰) і температури (+31⁰C) перші постличинки з'являлися через 17 – 20 діб, а 94% личинок переходили в стадію постличинки на 24 добу.

ВИСНОВКИ

1. Основним лімітуючим фактором на стадії ембріогенезу гігантської креветки є температура середовища. Найкращі показники розвитку, росту і життєздатності ембріонів креветки були відмічені при температурі води +28⁰С.

2. Найважливішими абіотичними факторами в період личинкового метаморфозу гігантської креветки є температура і солоність води. Оптимальне поєднання цих параметрів ($t = 31^{\circ}\text{C}$ і $S = 12\text{‰}$) дозволило знизити строки личинкового розвитку до 17-20 діб, у порівнянні з раніше отриманими результатами (26-27 діб).

3. В умовах УЗВ лабораторії аквакультури в Поліському національному університеті біопродукційними показниками наділені самки довжиною 11-14 см, масою 20-40 г, з робочою плодючістю від 8000 до 40000 шт. яєць в одній кладці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FAO:<http://www.fao.org>: Fisheries.Statistics.
2. 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.
3. Пономарев С. В. Фермерская аквакультура: Рекомендации / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 192 с.
4. Rashid M. A. Fecundity and embryonic development in three *Macrobrachium* species / M. A. Rashid, R. M. Shahjahan, R. A. Begum, M. S. Alam, Z. Ferdous, M. Kamruzzaman // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2013. Vol. 1, №1. P. 3–11.
5. Сальников Н. Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. Астрахань, 2000. 230 с.
6. Сальников Н. Е. Пресноводные креветки – перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северо-кавказского региона / Н. Е. Сальников // *Зооиндустрия*. 2001. №1. С. 48–52.
7. Ling, S. W. Notes on the life and habits of the adult and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. W. Ling, A. B. O. Merican // *Ptosc. Indo-Pacific Counc.* 1961. Vol. 9. №2. P. 55–60.
8. Ling, S. W. Review of culture of freshwater prawns/ S. W. Ling, T. I. Costello // *FAO Techn. Conf. Aquacult. (Prepr.)*. 1976. №29 (111). P. 1–12.
9. Веллер, Р. Культивирование креветок / Р. Веллер. М.: Пищ. пром-сть, 1991. 204 с.
10. Мельник, И. В. Особенности энергетического баланса личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / И. В. Мельник, И. Ю. Колобова, С. А. Краснощек // *Вестник АГТУ*. 2004. №2 (21). С. 185–188.
11. Владовская, С. А. Культивирование креветок за рубежом / С. А. Владовская, Л. М. Мирзоева, З. В. Федорова // *Рыбное хоз-во: сер. Марикультура. Обзор. Информ. ВНИЭРХ*. 1989. Вып. 2 – 90 с.

12. Pillai, D. A review on the diseases of freshwater prawns with special focus on white tail disease of *Macrobrachium rosenbergii* / D. Pillai, J. R. Bonami // *Aquaculture Research*. 2012. Vol. 43, Issue 7. P. 1029–1037.
13. New, M. B. Farming freshwater prawn: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / M. B. New // Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the united nations. 2002. №428. 212 p.
14. Жигин, А. В. Гигантская пресноводная креветка как объект индустриальной аквакультуры / А. В. Жигин, Н. П. Ковачева, Р. О. Лебедев // *ЭИ ВНИЭРХ. Сер. Прибрежное рыболовство и аквакультура*. 2004. С. 13–31.
15. Киселев, А. Ю. Технология выращивания гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в установке с замкнутым циклом водоснабжения / А. Ю. Киселев, А. Ю. Илясов, В. И. Филатов, Л. А. Богданова. М.: ВНИИПРХ, 1994. 20 с.
16. Степанов, Д. Н. Товарное выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в России / Д. Н. Степанов, Б. П. Смирнов, Н. П. Ковачева // *ЭИ ВНИЭРХ. Сер.: Аквакультура*. 2000. Вып. 1. С. 3–11.
17. Статкевич, С. В. «Некоторые особенности биологии гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii*» / С.В. Статкевич // *Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. Мат-лы VII межд. конференции. Керчь, 2012. С. 59–63.*
18. Суханова М. Э. Способ выращивания личинки гигантской пресноводной креветки / М. Э. Суханова // *Конф. молодых ученых и специалистов. КаспНИРХ: Тез. докл. Астрахань, 1996. С. 93–95.*
19. Хмелёва Н. Н. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелёва, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. Минск: «Беларуская навука», 1997. 254 с.
20. Супрунович А. В. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки и креветки / А. В. Супрунович, Ю. Н. Макаров. Киев: наукова думка, 1990. 261 с.

21. Статкевич С. В. Микробиологическая характеристика среды выращивания молоди гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях аквакультуры / С. В. Статкевич // "Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство". Астрахань, 2014. №4. с. 60–65.
22. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
23. Кобякова З.И. Отряд десятиногие. Определитель фауны Черного и Азовского морей / З.И. Кобякова, М.А. Долгопольская. Киев: «Наукова думка», 1969. С. 269-307.
24. Веллер Р. Культивирование креветок / Р. Веллер. М.: Пищ. пром-сть, 1992. 204 с.
25. Алехнович А.В. Характеристика репродуктивных параметров гигантской тропической креветки / А.В. Алехнович // Тропический центр - 91: матер. 1-й науч. конф. Москва; Хошимин; Ханой, 1992. С. 215-218.
26. Бардач Д. Аквакультура / Д. Бардач, Д. Ритер, У. Макларни. Москва: Пищевая промышленность, 1978. 296 с.
27. Буруковский Р.Н. Определитель креветок, langoustes и омаров / Р.Н. Буруковский. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 126 с.
28. Ивлева И.В. Биологические основы и методы культивирования кормовых беспозвоночных / И.В. Ивлева. Москва: Наука, 1969. 170 с.
29. Макаров Ю.Н. Фауна Украины. Десятиногие ракообразные / Ю.Н. Макаров. Киев: Наукова думка, 2004. 430 с.
30. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. Ф.Г. Мартышин. М.: Книга по требованию, 2012. 428 с.