

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «ТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ
КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII DE MAN, 1879*»

Виконав: студент 2 курсу, групи МВБ – 22
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та
аквакультура»
Паламарчук Вадим Віталійович

Керівник д.с-г. н., проф. _____
Шекк Павло Володимирович

Рецензент Гайдашенко Ірина Миколаївна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Бургаз М.І

к.б.н., доц.

“ 23 ” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Паламарчуку Вадиму Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Технологія відтворення та вирощування креветки *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879

керівник роботи Шекк Павло Володимирович, д.с-г. н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 16 » жовтня 2023 року № 215 «С»

2. Строк подання студентом роботи 08 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: На базі результатів власних досліджень проведених за матеріалами Інституту морської біології НАН України

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Згідно отриманих та літературних даних проаналізувати методи та перспективи культивування гігантської креветки *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879 в умовах півдня України.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання _____ 23.10.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз літератури та вибір напрямку дослідження Формування вихідних даних зі ступеню наукової вивченості питання та методики досліджень	23.10.23 – 02.11.23	94,0	Відмінно
2	Обробка та систематизація первинного матеріалу. Написання загального розділу – «Вступ». Аналіз даних щодо біології та технології вирощування гігантсбклої креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> De Man, 1879	03.11.23 – 12.11.23	94,0	Відмінно
3	Рубіжна атестація	13.11.23- 17.11.23	94,0	Відмінно
4	Результати культивування креветки в УЗВ в умовах напівпромислового розплідника. Аналіз результатів отриманих матеріалів, висновки та рекомендації	18.11.23 – 25.11.23	94,0	Відмінно
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	26.11.23 – 30.11.23	94,0	Відмінно
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	01.12.23 – 02.12.23	94,0	Відмінно
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	03.12.2023		
8	Отримання рецензії	04.12.2023		
9	Перевірка роботи на плагіат	05.12.2023		
10	Підготовка презентації	06.12.2023		
11	Попередній захист роботи на кафедрі	07.12.2023		
12	Надання роботи до деканату	08.12.2023		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		94,0	Відмінно

Студент _____ Паламарчук В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Шекк П.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ КРЕВЕТКИ

MACROBRACHIUM ROSENBERGII DE MAN, 1879

**Паламарчук В.В., магістр кафедри Водних біоресурсів та
аквакультури**

Одним із найважливіших напрямків рибництва в сучасних умовах є розробка теоретичних основ та технологій культивування об'єктів аквакультури. Водні біоресурси, як цінне джерело білкової їжі, дозволяє з одного боку знизити антропогенний прес на природні популяції та запаси цінних гідробіонтів, а з іншого – забезпечити зростаюче населення нашої планети цінною і дуже необхідною білковою їжею. Південь України, завдяки своїм унікальним географічним та кліматичним умовам, має величезний потенціал для розвитку аквакультури в том числі для культивування деяких екзотичних видів, які в природних умовах України не зустрічаються, але перспектива їхнього впровадження в вітчизняну аквакультуру величезна.

Мета роботи полягала у вивченні еколого-біологічних аспектів онтогенезу при культивування креветки *M. rosenbergii* в умовах півдня України.

Завданнями роботи передбачалось оцінити вплив екологічних чинників на зростання, розвиток, виживання гігантської креветки в онтогенезі, визначити харчові потреби та вибірковість компонентів раціону, оптимізувати критерії відбору та умови утримання маточного стада, оцінити ефективність репродуктивного потенціалу самиць, оцінити можливість вирощування *M. rosenbergii* в рибоводних ставах півдня України.

В результаті проведених досліджень визначені основні екологічні фактори (температура, солоність, щільність посадки, годівля та ін.), які впливають на ріст, розвиток та виживання гігантської креветки при вирощування вирощуваних в УЗВ та у відкритих ставах півдня України. Встановлені оптимальні параметри промислового культивування здатні забезпечити високий вихід та темп зростання креветок.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на 78 сторінках, містить 12 рисунків, 15 таблиць та 77 літературних джерела.

Ключові слова: аквакультура, креветка *Macrobrachium rosenbergii*, культивування в УЗВ, параметри середовища, годівля, вирощування у ставах, південь України.

SUMMARY

TECHNOLOGY OF REPRODUCTION AND FARMING OF THE SHRIMP *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* DE MAN, 1879

Palamarchuk V., master of the Water bioresources and aquaculture
department

One of the most important directions of fish farming in modern conditions is the development of theoretical foundations and technologies for the cultivation of aquaculture objects. Aquatic biological resources, as a valuable source of protein food, allows, on the one hand, to reduce the anthropogenic pressure on natural populations and reserves of valuable hydrobionts, and on the other hand, to provide the growing population of our planet with valuable and much-needed protein food. The south of Ukraine, thanks to its unique geographical and climatic conditions, has a huge potential for the development of aquaculture, including the cultivation of some exotic species that are not found in the natural conditions of Ukraine, but the prospect of their introduction into domestic aquaculture is huge.

The purpose of the work was to study the ecological and biological aspects of ontogenesis during the cultivation of shrimp *M. rosenbergii* in the conditions of southern Ukraine.

The tasks of the work included assessing the influence of environmental factors on the growth, development, and survival of the giant shrimp in ontogeny, determining the nutritional needs and selectivity of the diet components, optimizing the selection criteria and conditions for keeping the brood stock, evaluating the effectiveness of the reproductive potential of females, and evaluating the possibility of growing *M. rosenbergii* in fish ponds southern Ukraine.

As a result of the conducted research, the main environmental factors (temperature, salinity, planting density, feeding, etc.) that affect the growth, development and survival of giant shrimp during cultivation in UZV and in open ponds of the south of Ukraine were determined. The established optimal parameters of industrial cultivation are able to ensure a high yield and growth rate of shrimp.

The qualifying master's thesis is completed on 63 pages, contains 12 figures, 15 tables and 42 literary sources.

Key words: aquaculture, shrimp *Macrobrachium rosenbergii*, cultivation in UZV, environmental parameters, feeding, rearing in ponds, southern Ukraine.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ.....	11
1.1 Систематичне положення креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man, 1879).....	11
1.2 Морфологія гігантської креветки.....	12
1.3 Особливості екології життєвих циклів та поширення гігантської креветки.....	15
1.4 Світовий досвід культивування гігантської креветки.....	19
1.5 Склад кормів та харчова вибірковість гігантської креветки у аквакультурі	22
1.6 Проблеми штучного відтворення гігантської креветки.....	24
2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	30
2.1 Методи збору та обсяг матеріалу.....	30
2.2 Методика проведення біологічного аналізу гігантської креветки.....	30
2.3 Методи контролю гідрологічних параметрів середовища.....	32
2.4 Статистична обробка даних	33
3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	34
3.1 Екологічні особливості культивування гігантської креветки на ранніх стадіях онтогенезу.....	34
3.1.1. Відбір та формування маточного стада.....	35
3.1.2 Утримання маточного стада.....	36
3.1.3 Корма і годування креветок.....	39
3.1.4 Розмноження та ембріональний розвиток, розміри ікри.....	40
3.1.5 Тривалість ембріогенезу.....	44
3.1.6 Плодючість.....	45

3.1.7	Вирощування личинок гігантської креветки.....	48
3.1.8	Розмірно-масові характеристики.....	49
3.1.9	Щільність посадки, виживання та годівля личинок.....	54
3.2	Вирощування молоді гігантської креветки.....	57
3.3	Екологічні аспекти вирощування гігантської креветки в ставах півдня України.....	61
3.3.1	Стави для вирощування креветок.....	61
	ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	67
	ВИСНОВКИ.....	69
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	70

ВСТУП

Одним із найважливіших напрямків аквакультури є розробка принципів та технологій відтворення та вирощування гідробіонтів у контрольованих умовах. Успішне культивування об'єктів аквакультури, які є цінним джерелом білкової їжі, дозволяють знизити негативний вплив на природні екосистеми і сприяє раціональній експлуатації водних біоресурсів. Південь України через свої унікальні географічні та кліматичні умови, має значний потенціал для розвитку виробництва водних біоресурсів.

Товарне вирощування нових об'єктів аквакультури в штучних екосистемах та розробка методів управління їх функціонуванням може стати перспективним напрямом розвитку рибництва. Це дозволить підвищити продуктивність рибницьких господарств, внесе суттєвий внесок у вирішення проблеми забезпечення населення марипродуктами.

В останні десятиліття вилов водних живих ресурсів підійшов до свого оптимуму. За період з 2006 по 2023 рр., за офіційною статистикою ФАО в середньому щорічно у водоймах світового океану виловлюється до 89 млн. т риби. Проте населення Землі за останні 50 років зросло більш ніж у 2 рази, і досягло 7,4 млрд. осіб [70].

В таких умовах штучне відтворення гідро біонтів – аквакультура, є єдиним перспективним шляхом забезпечення населення білком водного походження в необхідній кількості.

В останні роки загальний обсяг штучного відтворення та вирощування гідробіонтів (включаючи рослини) перевищив їх вилучення в природних водоймах.

Сьогодні за даними ФАО, у внутрішніх водоймах, естуаріях і морях культивується близько 600 видів риб, ракоподібних, молюсків, водоростей та інших водних організмів [71].

Важливою групою гідробіонтів, що вирощуються, є десятиногі ракоподібні, загальний об'єм виробництва яких перевищує 7 млн. т.

Штучне відтворення ракоподібних успішно розвивається в країнах з тропічним та субтропічним кліматом, тоді як у помірних широтах культивування цих гідробіонтів займає досить скромне місце [27, 53].

Серед десятиногих раків за обсягом виробництва переважають креветки, зокрема прісноводні роду *Macrobrachium* (Bate, 1868) [40]. Одним з найбільш вивчених видів роду *Macrobrachium* є гігантська прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), яка також відома, як гігантська річкова або малайзійська креветка. Цей об'єкт аквакультури отримав дуже широке поширення у світовій аквакультурі, завдяки високим смаковим якостям, високому темпу зростання і поживності м'яса [39, 44, 45, 54]. М'ясо *M. rosenbergii* містить близько 35% легкозасвоюваного білка що надає йому значну дієтичну цінність.

Гігантська річкова креветка є об'єктом масового культивування у країнах Південно-Східної Азії, де її традиційно вирощують за екстенсивною технологією.

Завдяки широкому впровадженню інтенсивних методів відтворення та вирощування та розробки великої кількості прогресивних технологій, вирощування прісноводних креветок вийшла на значно високий рівень. Цей вид ракоподібних легко розмножується у штучних умовах, відрізняється високим темпом зростання та відносно простим циклом вирощування [60].

За оптимальних умов культивування креветка досягає маси: 50 г за 5 місяців вирощування, 100 г – за 9 місяців, 150 г – за 6 рік. Самці помітно крупніші ніж самиці. Їхня довжина може досягати 33 см і маса 250 г (у самиць відповідно – 28 см, та 200 г) [58, 12, 23].

Товарне виробництво гігантської креветки може сприяти підвищенню продуктивності та рентабельності господарств аквакультури півдня України.

У зв'язку з цим, мета дослідження полягала у вивченні еколого-біологічних аспектів онтогенезу при культивування креветки *M. rosenbergii* в умовах півдня України.

В ході дослідження вирішувались наступні завдання:

1. Дати оцінку впливу екологічних чинників на зростання, розвиток, виживання гігантської креветки в онтогенезі;
2. Оцінити харчові потреби та вибірковість компонентів раціону;
3. Оптимізувати критерії відбору та умови утримання маточного стада, оцінити ефективність репродуктивного потенціалу самиць;
4. Оцінити можливість вирощування *Macrobrachium rosenbergii* в рибоводних ставах на півдні України.

1 СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ

1.1 Систематичне положення креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Гігантська прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (рис. 1.1) відноситься до роду *Macrobrachium* [39, 44, 45, 54]. Це найбільший рід родини Palaemonidae (Rafinesque, 1815), який налічує від 130 – 150 [7, 61, 77] до 200 - 240 [13, 14, 72] видів.

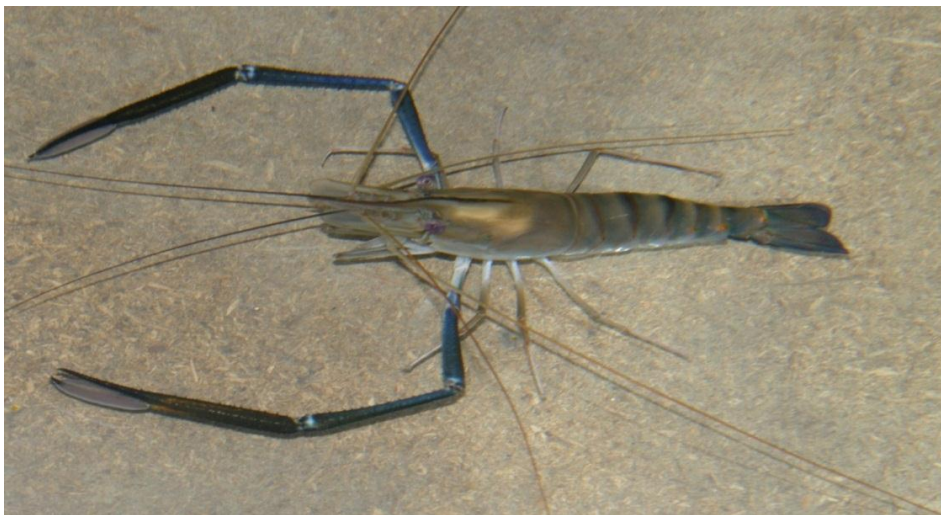


Рис. 1.1 - Гігантська креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Перші відомості про цей вид з'явилися у 1705 р. [13]. Класифікація гігантської креветки зазнала ряд змін. Раніше вона включалася до складу таких родів, як *Astacus* (Fabricius, 1775) і *Palaemon* (Weder, 12 1795) [26],

Видова її назва в літературі протягом багатьох років була відома як *Palaemon carcinus* (Ortmann, 1891), *P. dacqueti* (Sunier, 1925) та *P. rosenbergii* (Nobili, 1899). В 1959 р. загальноприйнятою стала наукова назва *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) [1]. Виділяють два підвиди:

західний *M. rosenbergii dacqueti* (Sunier, 1925) і східний *M. rosenbergii rosenbergii* (De Man 1879) [27, 60, 41].

Західний підвид зустрічається на східному узбережжі Індії, у Таїланді, Малайзії, Індонезії, Суматри, Яви та Калімантану. Східний підвид, мешкає на Філіппінах, Сулавесі, Іріан-Джая, Папуа-Новій Гвінеї та в північній Австралії [41]. Розрізняються ці підвиди за швидкістю зростання, особливостями личинкового розвитку, толерантністю молоді до абіотичних факторів [60]. Креветки цих підвидів вільно схрещуються, дають життєстійке потомство [80].

1.2 Морфологія гігантської креветки

Тіло гігантської креветки складається з 21 сегмента і поділяється на три основні відділи: головогруди, абдомен та тельсон.

Кожен відділ має придатки у вигляді виростів і кінцівок різного функціонального призначення. Як сегменти тіла, так і їх придатки вкриті панциром [44].

Головогрудний відділ (цефалоторакс) включає 13 сегментів тіла, які покриті зверху, і з боків несеgmentованим панциром – карапаксом [26]. Передній кінець карапаксу витягнутий у шиповидний роstrум, гострий на кінці. У цього виду дуже довгий роstrум, вигнутий вгору, на дорсальній стороні якого зазвичай 11 - 14 шипів, на вентральній – 8-10 шипів (кількість зубців на нижній стороні роstrуму є важливою видовою ознакою) [40].

З боків роstrуму розташовані очі. Для креветок характерний «мозаїчний зір» через складну (фасеточну), будову очей.

У креветок є дві пари вусів. Довгі вуса (антени) містять особливі чутливі щетинки, які легко вловлюють коливання води та є органами дотику

та нюху. Під ними знаходяться короткі вуса – орган сприйняття хімічних подразнень.

З 8 пар грудних кінцівок 3 передні перетворені на ногочелюсті, якими креветка утримує харчові частинки та передає їх до роту.

Інші 5 пар грудних ніг (переопад) служать головним чином для пересування. Дві передні пари ходильних ніг у креветок перетворені на клешні, які використовують для захоплення їжі, оборони, очищення поверхні тіла. У самців клешні, набагато більші, ніж у самиць [76, 40].

До органів цефалотораксу також відносяться навколоротові кінцівки, перетворені на щелепи (три пари: дві нижні та одна верхня). Верхні – мандібули або жвали, потужні і служать для перетирання та розривання їжі. Друга пара нижніх щелеп (максилли) має велику зовнішню лопату – скафогнатид, основне призначення якого приводити в рух воду і заганяти її в зяброві камери.

Абдомен (черевце) у креветки утворений сімома сегментами, включаючи останній – тельсон. На черевних сегментах розташовано п'ять пар плавальні ніжок – плеопод. Останній черевний сегмент несе парні уроподи, що утворюють разом із тельсоном хвостовий віяло.

Первинна функція плеоподів плавальна, крім цього, вони беруть участь у процесі розмноження. У самців друга пара плеоподів частково перетворена на копулятивний орган, а самки на плеоподах відкладають ікру [60, 77].

Окраска у гігантської креветки різноманітна, з переважанням сіро-зелених або блакитних тонів [71]. Креветки здатні змінювати свій колір залежно від навколишнього фону.

Внутрішня будова креветок характерна для десятиногих раків та представлена: системою травлення, кровообігу, дихання, органами виділення та розмноження, м'язовою системою та залозами внутрішньої секреції [19, 26, 60].

Травна система складається із шлунково-кишкового тракту (включає три відділи: передній (що складається із стравоходу та шлунка), середній та задній) та травної залози (гепатопанкреас), яка поєднує функції печінки та підшлункової залози [44]. Процес травлення починається з попадання їжі в ротовий отвір за допомогою ногощелеп, де вона дробиться щелепами. Через стравохід подрібнена їжа надходить у шлунок, де підлягає кінцевому подрібненню. Далі через пилоричну частину шлунка вона виштовхується до середньої кишки, та частина їжі, яку не вдається креветці подрібнити, виштовхується у зворотному напрямку через рот. Середня кишка пов'язана з травною залозою, за участю якої протікає процес травлення. У міру просування їжі середньою кишкою відбувається всмоктування. Неперетравлені залишки перистальтичними рухами м'язів задньої кишки викидаються назовні через анальний отвір.

Органи дихання представлені зябрами, які розташовані в зябрових порожнин під карапаксом. До зябрової порожнини вода надходить через щілину між головним відділом та грудьми, а виштовхується з протилежного кінця. При цьому напрямок руху води може періодично змінюватись. У зябрах здійснюється обмін газів та насичення киснем крові [19, 44].

Кровоносна система замкнутого типу. Серце розташоване у навколосерцевій сумці під карапаксом у задньому відділі головогруддя. Уявляє собою м'язистий мішок багатогранної форми. Кров є майже прозора.

Нервова система складається з парного головного мозку, навкологлоткових коннективів та пари черевних нервових стовбурів з гангліями в кожному сегменті. Ганглії уявляють собою потовщення, витягнуті у ланцюжок.

Органом рівноваги у креветок є статоцисти, які розташовуються біля перших антен і відкриваються назовні. Як статоліт в них використовуються піщинки, які під час линяння тварин оновлюються.

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

Гігантська креветка - роздільностатевий гідробіонт. Самці, як правило, більше самок (головогруддя і абдомен самок рівніше і тонше, ніж у самців) [60, 77]. Відмінною особливістю самців гігантської креветки є наявність сильно розвинених клешень, за допомогою яких він утримує самку у процесі спарювання.

Статеві органи самиць представлені яєчниками (парні органи). Кожен яєчник складається з двох симетрично розташованих порожнин і короткого яйцевода, які знаходяться в головогрудному відділі, дорсально по відношенню до шлунка та травної залози [11].

Гонопори (статеві отвори) у самиць розташовуються між переоподами третьої пари. Статеві органи самців представлені сім'яниками (парні утворення), розташовані аналогічно яєчникам самки, насінневими протоками та гонопорами (статеві отвори), що знаходяться на коксоподиті п'ятої пари переопід.

Процес спарювання відбувається між статевозрілими особинами, після закінчення процесу линяння у самиць (самець повинен мати твердий хітиновий покрив). Запліднення зовнішнє [14]. Плодючість цього виду прямо залежить від маси самиць і в міру її збільшення зростає від 20 000 до 150 000 яєць [1, 60, 77].

1.3 Особливості екології життєвих циклів та поширення гігантської креветки

Через від 3–5 до 10–20 годин [60,77] після запліднення відбувається відкладання яєць. Самиці відкладають ікру на плеоподи (плавальні ніжки) і виношують її протягом усього періоду розвитку ембріонів [77].

Тривалість ембріогенезу залежить від температури та зменшується від 32 до 19 діб зі збільшенням температури від 22 до 30°C [52]. Оптимальна температура для ембріогенезу 28-29°C.

У процесі ембріогенезу колір яєць у кладці змінюється від яскраво-жовтогарячого до темно-коричневого або сірого. Прозора оболонка яйця дозволяє стежити за диференціацією зародкового диска під час поділу та формування органів (рис. 1.2).

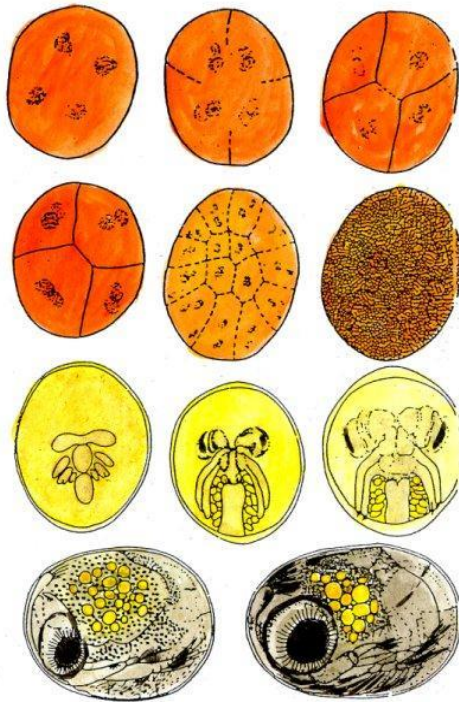


Рис. 1.2. Ембріональний розвиток гігантської креветки

З розвитком ембріонів характеристика яєць змінюється. В екологічних дослідженнях зазвичай виділяють такі групи яєць: щойно запліднені та прикріплені до плеоподів, на стадії до утворення ембріонального ока, з ясно помітним пігментом ока та повністю сформованим ембріоном. В ембріональному розвитку відбувається обводнення та збільшення розмірів та маси яєць у креветок [78].

У самок креветок під час ембріогенезу частина яєць з різних причин (захворювання, обростання епібіонтами, механічне пошкодження та ін.) гине [37, 89]. Елімінація ембріонів складає від 31 до 40% від загальної кількості яєць [60, 90, 109]. Завершується ембріогенез виходом личинок із ікри.

Личинковий розвиток період характеризується максимальною смертністю, яку викликають хвороби, хижаки – планктофаги, низька якість води та ін. [60, 77]. Відхилення від оптимальних параметрів призводить до масової загибелі личинок [69, 88]. Личинка виходить з яйця на стадії зоеа (zoea), для якої характерний поділ тіла на головогруд, сегментоване черевце і слабо розвинені кінцівки. Викльовування личинок відбувається в темний час доби і триває від кількох годин до 2 діб. До 80%) личинок викльовується у першу ніч [1]. Перехід до наступної нової стадії відбувається після линок, під час яких личинки ростуть. Для *M. rosenbergii* характерно 11 стадій личинкового розвитку (рис. 1.3).

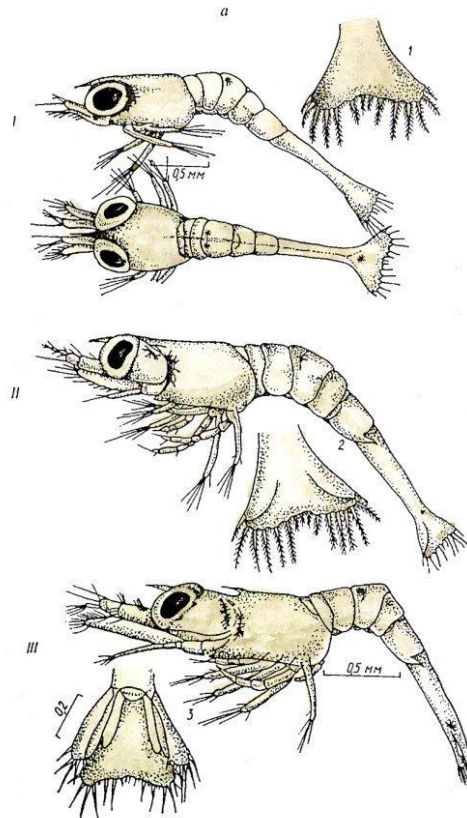


Рис. 1.3. Личинковий розвиток гігантської креветки: I–XI стадія зоеа та постличинка

На стадії зоєа довжина личинок до 2 мм, наприкінці метаморфозу – до 7,75 – 9,25 мм [11]. Личинка веде планктонний спосіб життя.

Тривалість личинкового розвитку становить від 25 до 45 діб залежно від умов від температури та солоності води [8, 72, 78, 10, 55].

Проходження всіх стадій личинкового розвитку від викльову до постличинки відбувається тільки в солонуватій воді з солоністю від 10 до 20‰ [52].

Оптимальна температура води для зростання та розвитку *M. rosenbergii* – 28– 32°C. Підвищення температури понад 35°C і зниження її до 18°C приводить до загибелі личинок [5, 18].

При оптимальних умовах постличинки з'являються через 16 – 18 діб [146]. Вживання личинок у природі не перевищує 1% [60, 20], в умовах аквакультури – 10 – 50% [3, 19].

Ювенільна (постличикова) стадія настає після завершення личинкового метаморфозу. Постличинка веде вже донний спосіб життя. На початковому етапі вона характеризується частими линяннями і швидким зростанням [2]. За своєю будовою та способом життя постличинки вже мало відрізняються від дорослих особин.

Іноді виділяють три стадії постличинкового розвитку: постличинкове, ювенільне та зростання молоді [12]. Оскільки межі між цими етапами розвитку досить умовні, у схемі життєвого циклу частіше розглядається один ювенільний період, який, за даними різних авторів, продовжується від 3 до 8 місяців [104, 146]. Вживання постличинок 50 – 70% [12, 15].

У віці 4-5 місяців креветки досягають статевої зрілості: самиці при довжині тіла 150 мм (маса 25 г), самці – 150 мм (маса 35 г). Окремі самиці дозрівають при довжині тіла 80 мм, а самці при 100 мм [3, 12]. Дорослі особини, як і постличинки, ведуть придонний спосіб життя. Їх характерна активність у сутінковий і нічний час.

Дорослі особини живуть у прісній воді, віддаючи перевагу тихим заплавам з піщаним або кам'янистим дном, зустрічаються в заростях рослин і під корчами [8].

Для нересту самиці мігрують в естуарії, оскільки проходження всіх стадій личинкового розвитку від викльов до постличинки відбувається тільки в воді з солоністю від 10–20 ‰ [52].

Температура води, сприятлива для зростання та розвитку гігантської креветки, знаходиться в межах 28-32°C. При 21°C лінійне зростання цього виду припиняється [4, 9, 11]. Температура нижче 13°C і вище 37°C летальні [165]. Оптимальним для *M. rosenbergii* вважаються: рН 7,5 – 8,0 [76], насичення води киснем близько 70%, концентрація нітритів – 0,1 мг/л, нітратів – 20 мг/л, при фотоперіоді 12:12 [8, 58]. Сприятливо позначається розвиток креветок високий вміст кальцію у питній воді [2]. Тривалість життя гігантської креветки 3-4 роки [55].

M. rosenbergii відносяться до поліфагів, здатна харчуватися як тваринною, та і рослинною їжею, а також детритом [7].

Природний ареал гігантської креветки охоплює країни від Північно-Західної Індії до В'єтнаму, Малайзію, Індонезію, Північну Австралію, Філіппіни, Нову Гвінею [9, 11].

1.4 Світовий досвід культивування гігантської креветки

Перші спроби культивування гігантської креветки були наприкінці 50-х – початку 60-х рр. у Малайзії [12], звідки статевозрілі особини креветки були завезені на Гавайї [27].

У 1970-1980 рр. за програмою ФАО, проводились роботи з розробки технології культивування гігантську креветку з в країнах Південно-Східної Азії [10, 46]. Даний регіон – природний ареал розповсюдження виду, де є

можливість застосування екстенсивних методів культивування в рисових чеках, дрібних ставках та ін. водоймах на природній кормовій базі [13].

Кліматичні умови тропічної зони дозволяють збирати 2 – 3 урожаї на рік, а собівартість такої продукції низька.

Реалізації цієї програми для багатьох країн, що розвиваються, стала не тільки засобом підвищення зайнятості населення і виробництва білкової продукції для внутрішнього споживання, але й важливим джерелом експорту. З 1990-х рр. аквакультура *M. rosenbergii* почала розвиватися і в країнах з помірним кліматом, що було пов'язано зі зниженням виробництва морських креветок в результаті різних захворювань [15].

Значні успіхи у розробці інтенсивних технологій культивування креветки *M. rosenbergii* були отримані завдяки залученню до цих робіт великих університетів та інших наукових центрів у США, Австралії, Новій Зеландії, Ізраїлі, Китаї та Індії [40].

Виробництво гігантської креветки в останні роки стало сектором аквакультури, що найбільш активно розвивається. На початку 1980-х рр. об'єм виробництва *M. rosenbergii* становило менше 3 тис. т на рік, а вже через в 2009 р. зріс до 444 тис. т. [42].

Сьогодні культивуванням гігантської креветки займаються більш ніж у 40 країнах світу. Близько 92% продукції вирощується в Південно-Східній Азії (Китай, Бангладеш, Тайвань, В'єтнам, Індія, Малайзія, Індонезія, Філіппіни та ін.), приблизно 7,7% (2200–2400 т/рік) – доля Північної, Центральної та Південної Америки (США, Еквадор, Мексика, Гондурас, Бразилія, Колумбія та ін.). В Африці виробляється 0,2%, а в Тихоокеанському регіоні – 0,1%. Активно розвивається виробництво гігантської креветки в Ізраїлі та Єгипті, а також початок відпрацювання цього процесу належить у Саудівській Аравії.

В Україні перші експерименти з культивування гігантської креветки було розпочато у 2000 році на базі «Державного Океанаріуму» (м.

Севастополь) за участю фахівців Інституту біології південних морів ім. А.О. Ковалевського. Плідники та життестійка молодь креветки були завезені з Астраханських рибничих підприємств. За більш ніж 10-річний період була відпрацьована технологія повного циклу вирощування даного виду [63].

У 2001–2003 рр. на підприємствах Криму проводилися заходи щодо практичного впровадження інтенсивної промислової технології виробництва гігантської креветки.

За цей період було освоєно технологію вирощування життестійкої молоді креветки з використанням замкнутого циклу водопостачання, та технологію товарного вирощування креветок у ставках на південному заході Криму [8,65].

В 2001 р. з ініціативи приватного підприємства ТОВ «Аквапродукт» були розпочато роботи з відтворення та вирощування гігантської креветки в Херсонській області (південь України). Для цих цілей у м. Астрахань закупили технологію виробництва та маточне поголів'я креветки у кількості 65 особин (25 самців, 40 самок) [73]. Відтворення та підрощування молоді креветки проводили в умовах УЗВ, вирощування товарної креветки здійснювали у земляних спускних ставках з піщаним ґрунтом на природних кормах. Продуктивність становила 200 кг/га.

1.5 Склад кормів та харчова вибірковість гігантської креветки у аквакультурі

При штучному відтворенні обов'язковою умовою ефективного вирощування посадкового матеріалу та товарної продукції креветки є використання високоякісних збалансованих кормів. Їх якість, склад та особливості технології годівлі суттєво впливають на найважливіші біологічні показники – виживання гідробіонтів, швидкість росту [60].

Штучні корми мають деякі переваги над природними: контрольованості складу та консистенції, зручності у застосуванні та дозуванні, в них легко додавати мінеральні речовини, вітаміни та лікарські препарати. Креветки охоче поїдають штучні корми навіть за наявності природної їжі. Без додаткового годування зростання креветок лімітується розвитком природної кормової бази, що дозволяє застосовувати високі щільності посадки. Вид корму впливає на величину і швидкість приросту маси, і навіть на час статевого дозрівання.

Природні корми в цьому відношенні мають деякі переваги в порівнянні зі штучними, а саме, при використанні перших спостерігається раннє дозрівання самиць, більш високий генеративний та соматичний ріст. Однак, найбільший приріст спостерігається при змішаному харчуванні внаслідок одночасного застосування штучних та природних кормів [36, 39, 40].

Практика штучного розведення гігантської креветки показала, що життєздатність молоді залежить від ступеня забезпеченості кормами, рівноцінними їй харчовим потребам, особливо у період початку активне харчування [7]. Сьогодні повноцінні штучні корми, які б забезпечували швидке зростання личинок і їхнє високе виживання на перших етапах постембріонального розвитку відсутні [32]. Тому, використання живих кормів, як і раніше, актуальне. Найбільш часто на для годівлі ранньої личинки використовують наупліси артемії (*Artemia salina*) [35, 60, 77].

A. salina є дуже калорійною їжею. Калорійність 1г сухої речовини становить 3,8 ккал. У тілі артемії міститься білків – 57%, жиру – 18,4%, вуглеводів – 5,2%, води – 86% [21, 70].

Науплій артемії виводять з яєць, що покояться. Їх збір у природних умовах не становить труднощів. Яйця збирають після літнього висихання водоймища, коли внаслідок підвищення солоності води вони спливають на поверхню [14, 70].

Яйця артемії, поміщені в солону воду, дають низьку величину викльову – від 7 до 10%. Викльовуючи з яєць, що перезимували, зібраних на тих же акваторіях навесні, значно вище і досягає 75%. Збільшенню відсотка виходу личинки з цист осіннього збору допомагає заморожування та розморожування яєць за тиждень до одержання з них наупліусів [14, 57].

Завдяки мінімальним розмірам, м'якому зовнішньому покриву та високій харчовій цінності наупліуси артемії з успіхом застосовують для годування личинок вже з другого дня їхнього життя. Годувати личинок рекомендується не рідше 4 разів на добу, у такій кількості, щоб перед наступним годуванням щільність наупліусів артемії була не нижче 1 екз./мл [35].

Ще одна особливість артемії – це здатність яєць, що покояться, зберігати життєздатність протягом тривалого періоду часу, що дозволяє отримувати стартові живі корми в задані терміни і в потрібному обсязі [8, 12, 13].

Одним із можливих шляхів вирішення даної проблеми є заміна дорогих цист артемії на економічно рентабельні місцеві види корму [76]. У країнах Південно-Східної Азії поряд з наупліусами артемії широко застосовуються коловерток, дафнію, ікру риб, шматочки зерен злаків [26]. В Індії як додаткову їжу використовують варені яйця, протерту ікру риб, пшеничне і кукурудзяне борошно [17]. На початкових етапах метаморфозу (перших шість личинкових стадій) у раціоні креветки обов'язково повинні використовуватись живі корми [10, 24].

Існує кілька підходів до годування креветки, що залежать від ступеня інтенсивності господарства та конкретних умов культивування. При вирощуванні креветок у монокультурі при високих густині посадки у ставку 1–2 рази на добу вносять корми з розрахунку добової норми від 5 до 40% від біомаси креветок, залежно від їхнього віку та якості корму. Оскільки креветки всеїдні, якісний склад кормів може бути дуже різноманітним: до

нього можуть входити рибне борошно, креветкове і м'ясо-кісткове борошно, кров'яне борошно, борошно з арахісу та сої, з копри, акації, троку, люцерни, пшениці, кукурудзи, бавовняних. далі.

Дослідження з вивчення впливу різних штучних кормів на зростання молоді креветок показали, що найкращі результати дають корми, до складу яких входить рибне борошно (34%), кукурудзяне борошно (17,9%), соєве борошно (34,8%), борошно з панцирів креветок (5%), соєва олія (5%) та вітамін С (0,3%).

Гігантські креветки можуть заковтувати відносно великі гранули корму, тому хороші результати дає вирощування їх на стандартних промислових кормах для курчат або деяких кормах для риб, особливо з різними білковими, вітамінними і мінеральними добавками. У невеликих креветкових господарствах як корми часто використовуються різні відходи сільського господарства – наприклад, гнилі фрукти, голови креветки, бур'ян та ін. [35, 40].

Великого значення має технологія годівлі. Так, при використанні гранульованих кормів зростання креветок удвічі більше, ніж при годівлі, тим самим кормом в розтертому вигляді. Найважливіший момент – це визначення потреб креветок у різноманітних поживних речовинах. При вирощуванні креветок використовують штучні корми із вмістом білка щонайменше 30% і ліпідів щонайменше 5%, норма корму при ставовому вирощування – до 30 кг/га на добу [14, 29].

1.6 Проблеми штучного відтворення гігантської креветки

Рибники стикаються з безліччю проблем, які по-різному відбиваються на врожайності гігантської креветки. Важливу роль цьому відіграють

специфічні захворювання *M. rosenbergii*, які призводять до зменшення зростання виробництва та, як наслідок, величезним економічним втратам.

Креветки схильні до різних захворювань вірусної, бактеріальної, грибкова природа. Вони вражаються мікроспоридіями, нематодами, трематодами, цестодами, деякими видами інфузорій та ракоподібних [71]. Не дотримання біотехнологічних норм при штучному вирощуванні креветок створюють додаткові передумови виникнення та розвитку різних інфекційних і паразитарних захворювань.

Багато важких захворювань, викликані організмами, які є частиною нормальної мікрофлори та фауни десятиногих ракоподібних, тобто є, по суті, умовно-патогенними та викликають хвороби лише в умовах, які провокують їх до патогенності (хвороботворності). Серед бактерій як патогенну форму особливо виділяють *Leucothrix mucor*. Нитчаста бактерія *L. mucor* широко поширена у морському середовищі. У природних умовах на кутикулярних покривах ракоподібних *L. Mucor* поселяється разом з іншими водоростями та бактеріями [8, 10, 49]. За кілька тижнів вона здатна розмножитися у величезній кількості, вражаючи переоподи, антени та зябра креветок. В умовах інтенсивного вирощування, в першу чергу, личинок та молоді, ураження зябрового апарату може спричинити загибель креветок внаслідок порушення газообміну та гіпоксії. Хвороби схильні не лише дорослі особини та личинки але й ікра [2, 45].

Серед епібіонтів у гігантської креветки зустрічаються водорості *Lyngbya sp.*, гриби *Aphanomyces sp.*, *Achyla sp.*, інфузорії *Epistylis sp.*, *Zoothamnium sp.*, *Vorticella sp.*, *Acineta sp.*, *Ephelota sp.*, *Tokophrya sp.* та ін. [8, 13, 16].

При низькій чисельності організмів ефект негативного впливу мінімальний або відсутній зовсім. Епібіонти не порушують цілісність кутикули, що прикріплюються тільки до поверхні, не викликаючи запальної

реакції господаря. Однак високий вміст їжі сприяє швидкому розмноження вказаних організмів, провокуючи епізоотії.

Особливо сприйнятливі до спалахів обростань личинкові стадії. За високої інтенсивності велике значення має локалізація епібіонтів. Обростання знижують процес газообміну в зябрах, послаблюють зір, створюють перешкоди під час плавання, харчування та проблеми під час линяння.

Найбільш поширеним захворюванням, характерним для багатьох видів як прісноводних, і морських ракоподібних, є хвороба "чорні плями". Вона може бути бактеріальною, грибовою чи змішаною етіологією, і до неї сприйнятливі всі стадії розвитку гігантської креветки [64, 62]. Характерна зовнішня ознака хвороби – різні за величиною та локалізації плями (від коричневих до чорних) на тілі креветок – слідство дії низки бактерій.

За даними зарубіжних дослідників, бактеріальна флора, виділена з некрозів на тілі креветок, уражених захворюванням "чорні плями" представлена такими видами, як *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. sorbia*, *Edwardsiella tarda* та *Pseudomonas fluorescens* [8, 15, 17, 73].

При дослідженнях заражених особин гігантської креветки в аквакультури Тайваню були виділені грампозитивні бактерії: *Enterococcus sp.*, а також *Staphylococcus aureus*, *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. sorbia* та *Clostridium perfringens*, *C. botulinum* [8, 9, 10, 16, 68]. На фермах Індії при вивченні хворих на креветки було виділено ряд патогенів: *S. aureus*, *Salmonella typhi*, *S. paratyphi*, *Klebsiella oxytoca*, *P. aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Lactobacillus vulgaris*, *Vibrio cholerae*, *V. vulnificans*, *V. alginolyticus* та *K. pneumoniae*, а також виявлено *Staphylococcus sp.*, *Escherichia coli* та *Proteus sp.* [8, 12, 14, 22, 32, 61, 69, 74].

Деякі з виділених бактерій є звичайними мешканцями води та лише утилізували некротичні продукти попередніх пошкоджень кутикули. Факти виявлення бактерій останньої групи є результатом забруднення довкілля та

відсутністю санітарного контролю на фермах. Різного роду каліцтва та смертність креветок залежать від місця та ступеня охоплення некрозом поверхні тіла [9, 21, 62].

Некротичні осередки, що утворюються при хворобі "чорні плями" на тілі креветок можуть бути провідниками вторинної бактеріальної інфекції. Результатом такої змішаної поразки може стати летальна септицемія. Крім того, проникнення інфекції в глибокі пласти тканин спричиняє загибель креветок у період линяння. Це пов'язано з тим, що в результаті запальної реакції на карапаксі, креветка не може нормально зліняти. Залучення грибів *Fusarium sp.* у процес пошкодження кутикули призводить до летального результату особини [8, 9, 22]. Креветок з такою інфекцією у процесі культивування вибраковуюють та знищують.

Бактеріальна септицемія або бактеріальний грамнегативний сепсис викликається зазвичай проникненням грамнегативних бактерій у внутрішні тканини креветок. Зараження відбувається через кишечник чи під час линяння. Серед бактерій, що викликають цю поразку, відзначений вид *V. parahaemolyticus*, який є небезпечним для людини [16, 62, 76]. Зараження може статися при контакті людини з хворими і при вживанні неякісної продукції.

В основному бактеріальну септицемію креветок відзначають у теплі сезони при поганій якості води [13]. При культивуванні гігантської креветки в умовах розплідника важливе значення мають мікробіологічні показники середовища вирощування. Наприклад, рівень загального мікробного числа в гемолімфі креветок залежить від бактеріального забруднення води в ємностях для їх вмісту. Вміст дорослих креветок у воді із загальним мікробним числом (ЗМЧ) – 10⁶ кл./мл викликає бактерімію з появою в гемолімфі ЗМЧ від 10 до 10³ кл./мл [37].

Аналіз мікрофлори креветок, що культивуються у штаті Алабама, показав наявність бактерій у гемолімфі у всіх особин, які мають ті чи інші

травми [86]. Так, підвищення ЗМЧ у гемолімфі ювенільних особин до 107 кл./мл, спричиняє їх загибель вже через 4 години після зараження.

Мікробіологічні дослідження гігантських креветок, що вирощуються в Китаї показали значну зараженість їх кишковою паличкою *Esherichia coli*. Зовні креветки виглядали здоровими, але гістологічне дослідження показало масове проникнення бактерій углиб кутикули [3, 16, 69].

Відомі знахідки кислотостійких мікобактерій цього виду креветок, культивуються в розплідниках Австралії. Мікобактеріальні гранульоми містилися в серці, зябрах, м'язах та антенальних гландах. Некротичні центри містили численні грампозитивні бактерії *Mycobacterium granulomas* [3, 62]. Як відомо, серед мікобактерій є збудники туберкульозу, прокази, дифтерії та дерматиту, які є патогенними для людини. Наявність бактерій, виявлених у культивованих креветок, свідчить про значне забруднення навколишнього середовища та низький санітарний стан ферм.

Грибкова інфекція, що завдає величезної шкоди морським креветковим господарствам, у культурі прісноводної креветки зустрічається рідко. У постличинок відмічені патогени *Lagenidium sp.*, *Fusarium sp.* та *Saprolegnia sp.* [3, 22].

Спалахи інфекції виникають спорадично і можуть змінюватися з року в рік. Чинники, які сприяють спалахам інфекції у системах вирощування, погано вивчені. Можливо, вони є наслідком наявності великої кількості суперечок у джерелі води. З ємностей, у яких перебувають креветки, своєчасно мають бути видалені всі можливі джерела зараження: уражені яйця, фрагменти хітину, фекальні маси, залишки корму.

Джерелом інфекції може бути живий корм – яйця *Artemia salina* [10, 51]. Артемія, яку використовують як живий корм для личинок гігантської креветки, за даними багатьох авторів може бути носієм патогенних бактерій, особливо *Vibrio spp.* (зокрема *V. harveyi*, *V. valginolyticus*, *V. anguillarum* та *V. vulnificus*) та *Pseudomonas sp.*, а також *Metschnikowia bicuspidata* [6, 15, 69].

Як відомо, *V. harveyi* є причиною бактеріального некрозу у личинок, що призводить до їх високої смертності, у ряді випадків смертність може досягати 100%. Крім бактерій роду *Vibrio*, захворювання креветок можуть викликати грампозитивні бактерії пологів *Streptococcus* (*Streptococcus thermophilus*) та *Lactobacillus* (*L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. sporogenes*, *L. casei*, *L. plantarum*) [36, 62].

Найбільш частим захворюванням личинок, з яким стикаються ферми по їх вирощування є хвороба середнього циклу (IV – IX стадії). Симптоми виявляються насамперед у різкому зниженні споживання креветками їжі. Хвороба протікає у гострій формі та викликає високу смертність личинок ранніх стадій розвитку (протягом 4 – 6 днів відзначають масову загибель личинок (до 70% від загальної кількості) [7, 68].

У літературі є багато даних про те, що мікрофлора гігантської креветки безпосередньо залежить від мікробного співтовариства довкілля. Так, наприклад, з креветок, вирощених у ставках, розташованих поблизу ферм, де, як добриво, використовують гній, часто виділяють бактерій групи кишкових паличок, і навіть таких патогенів, як *Salmonella* і *V. cholerae* [70]. Санітарно-мікробіологічний контроль креветки потрібен не тільки в час її вирощування, а й під час збирання врожаю та його подальшого зберігання.

Проводились дослідження з оцінки безпеки гігантської креветки, як харчового продукту, при яких оцінювалися мікробіологічні характеристики креветки під час її зберігання при різних діапазонах температур. Первинне бактеріальне обсіменіння креветок становило 104 ДЕЕ/г, при зберіганні при кімнатній температурі ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) креветка зовні була придатною до вживання лише протягом 8 годин, а бактеріальне обсіменіння не перевищувало 106 КУО/р. Креветка, яку зберігали в морозильній камері при температурі від -10 до -15°C, була придатною до вживання навіть після 30 діб зберігання, при цьому бактеріальне обсіменіння коливався в діапазоні від 103 до 104 КУО/г [9].

2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методи збору та обсяг матеріалу

Магістерська робота виконувалася на кафедрі водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету. Матеріал для досліджень був зібраний у період 2020 – 2022 рр. під час роботи у приватному розпліднику м. Південне. У роботі також використано літературні дані. Дослідження проводились у двох напрямках:

- біологічна складова технологічного процесу відтворення гігантської креветки;
- Біотехнологічні аспекти товарного вирощування креветки у ставах.

Біологічний аналіз креветок включав: визначення розмірно-масових характеристик на всіх стадіях розвитку, частоту линок, плодючість самиць, тривалість ембріогенезу, виживання на всіх етапах онтогенезу.

2.2 Методика проведення біологічного аналізу гігантської креветки

При проведенні стандартного біологічного аналізу у креветок визначали: стать, загальну довжину (від кінця роструму до кінця тельсона), сиру масу тіла, стадію і тривалість ембріогенезу та личинкового розвитку. Визначали виживання креветок на всіх стадіях життєвого циклу, частоту линок у дорослих особин.

Довжину тіла вимірювали за допомогою штангенциркуля з точністю до 1 мм. Важили креветок на електронних вагах (AXIS - 500, точність до 0,01 г), попередньо обсушивши тварин фільтрувальним папером.

Інтенсивність зростання (Q) визначали за формулою [39]:

$$Q = W_k/W_0,$$

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

Середньодобовий приріст розраховували за формулою [31]:

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

де C_p - середньодобовий приріст; W_0 - початкова маса тварини (г); W_k – кінцева маса тварини (г), n – кількість діб між вимірами.

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

Стадію розвитку личинок визначали під бінокюляром МБС-10. Підрахунок личинок здійснювали шляхом відбору проб (50 мл у різних точках інкубатора). У кожній пробі підраховували кількість личинок, знаходили середнє значення, після чого розраховували кількість личинок у всьому об'ємі інкубатора.

Діаметр яєць в кладках вимірювали за допомогою окуляр-мікрометра. Яйця креветок мають овальну форму, їх обсяг визначали за формулою [30] :

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

де D і d великий та малий діаметри яйця відповідно.

Масу сирої та сухої речовини яєць визначали за загальноприйнятою методикою [41]. Зважування проводили з точністю до 0,01 мг на мікроаналітичних терезах ВЛМ-1, попередньо обсушивши яйця фільтрувальним папером. Матеріал висушували до постійної маси у сушильній шафі при температурі 60°C.

Стадії ембріогенезу визначали за 5-бальною шкалою [9], переглядаючи під мікроскопом яйця, зняті з плеоподів живих самок:

I стадія – ікра нова, щойно відкладена на плеопод, напівпрозора, без слідів дроблення;

II стадія - початок дроблення яйця, зародкова смужка у вигляді півмісяця.

Жовток займає $\frac{3}{4}$ обсягу ікринки;

III стадія – ікра набуває бурого відтінку, можна розглянути вузьку рисочку - початок формування ока у ембріона. Жовток займає $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ частина обсягу ікринки;

IV стадія – яскраво виражене око у ембріона, кількість жовтка декілька менше ніж у попередній стадії;

V стадія – личинка повністю сформована та готова до виходу з яйцевої оболонки. Жовток, що залишився, укладений усередині карапаксу.

Робочу плодючість визначали ваговим методом [9, 50]. За початкову робочу плодючість ПРП приймали кількість відкладених яєць на плеоподах самок на початку інкубаційного періоду, за кірцеву робочу плодючість КРП – кількість ікринок на плеоподах самок наприкінці інкубаційного періоду.

Відносну реалізовану плодючість (ВРП) визначали як ставлення НРП до маси тіла самиць.

2.3 Методи контролю гідрологічних параметрів середовища

Температуру води визначали за допомогою ртутного термометра з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$. Воду з необхідною для вирощування личинок солоністю (12‰) отримували шляхом розведення чорноморської води звичайною водопровідною водою, яку попередньо відстоювали та знезаражували ультрафіолетом. Солоність води визначали за допомогою солеміра-рефрактометра, рН води за допомогою універсального іоніміру ЕВ-74.

Концентрацію кисню у воді та вміст та біогенів (нітрати, нітрити, амоній) визначали за загальноприйнятою методикою [42]. Також застосовувалися експрес-тести Sera.

Для аерації води використовували компресор Resun АСО-006 (88 л/хв). Фільтрацію води виконували за допомогою зовнішнього фільтра Eheim Classic 2215 (620 л/рік) та ставкового фільтру Eheim universal (1200 л/рік та 2400 л/рік). Підтримку температури води на заданому рівні здійснювали за допомогою нагрівача Eheim thermoscontrol Jager 3618 (потужністю 200 – 250 Вт). Режим освітлення для дорослих особин та молоді складав 14:10 (світло: темрява) при інтенсивності світла близько 2000 лк для личинок креветки досягалися шляхом використання люмінесцентних ламп.

2.4 Статистична обробка даних

Отримані первинні дані перевіряли на нормальність розподілу, розраховували середнє значення, стандартне відхилення, стандартну помилку середнього. Зважаючи на відповідність первинних даних нормальному розподілу, для оцінки значущості відмінностей середніх у вибірках застосовували дисперсійний аналіз та t-критерій Стьюдента. Для виявлення типу залежностей життєвих показників гігантської креветки на різних етапах онтогенезу від впливу біотичних та абіотичних факторів використовували регресійний аналіз. Статистичну обробку даних виконували за допомогою пакета програм Statistica 6.0, Microsoft Excel.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Екологічні особливості культивування гігантської креветки на ранніх стадіях онтогенезу

Виробництво гігантської креветки включає два основних етапи: отримання посадкового матеріалу та товарне вирощування. У районах, які відрізняються за кліматичними характеристиками від нативного ареалу виду, отримання личинок можливо тільки в умовах розплідника. Товарне вирощування рекомендується проводити у відкритих водоймах у період високих температур води (понад 20°C), в басейнах і садках на теплих скидних або геотермальних водах.

Біотехнологічний процес отримання життєстійкої молоді креветки включає в себе: відбір плідників, формування маточного стада; проведення нересту у штучних умовах; культивування личинок; отримання та підрощування постличинок.

3.1.1 Відбір та формування маточного стада.

В експериментальному креветочному комплексі маточне стадо було сформовано з креветок, привезених у квітні 2020 р. з м. Тернопіль. Надалі, щорічне формування маточного стада здійснювали із статевозрілих особин гігантської креветки, вирощених у ставках Херсонської області.

Статевозрілими самиці ставали у віці 3–4 місяців при довжині 7,5 см і масі 6,5 г, а у самці – на місяць пізніше при довжині 10 см і масі близько 10 г.

Для роботи відбирали крупних, активних, добре пігментованих особин креветок без видимих вад. (рис. 3.4).



1.

2.

Рис. 3.4. Плідники креветки *M. rosenbergii* (1 – самець; 2 – самиця)

Для відтворення бажано відбирати самиць масою понад 100 г , оскільки вони дають потомство кращої якості з високими показниками виживання. При виборі самців, крім лінійних розмірів, слід враховувати їх морфологічну групу. Найбільш яскраво вираженою відмінною є розмір і колір клешень. Для статевозрілих самців креветки *M. rosenbergii* описані три основні форми: дрібні самці з незабарвленими клешнями (М); великі самці з помаранчевими клешнями (ОК); великі самці із синіми клешнями (СК) (рис. 3.2).



Рис. 3.5 – Морфологічні типи самців гігантської креветки (1 - дрібний самець з незабарвленими клешнями; 2 - великий самець з помаранчевими клешнями; 3 - великий самець з синіми клешнями)

Багато авторів пропонують для відтворення використовувати самців із синіми клешнями. Однак, багаторічний досвід показав, що для маточного поголів'я, яке довго утримується в розпліднику, краще відбирати самців з помаранчевими та синіми клешнями, які краще виживають в умовах Утримання в контрольованих умовах [7, 6, 30].

3.1.2 Утримання маточного стада

Для утримання маточного стада та отримання посадкового матеріалу, експериментальне креветкове господарство повинно мати приміщення з доброю теплоізоляцією для підтримки температури повітря в період штучного відтворення не нижче 25 °С.

Плідників утримували в установках з замкненим циклом водо забезпечення. Використовувались пластикові басейни робочим об'ємом 3,6 м³, та глибиною 1,1 м.

Кожна установка мала автономну систему фільтрації, аерації та терморегуляції води. Гідрохімічні та температурні показники середовища на оптимальному рівні (рН середовища – 7,5 – 8,0; кількість розчиненого кисню 50%; концентрації нітритів – 0,1мг/л, нітратів – не більше 20 мг/л; температура – 26 – 28°С; оптимальний фоторежим 12:12) підтримувались автоматично. Для підвищення виживання креветок створювали штучні укриття, зі труб, шматків ділі, черепиці та каміння.

У маточному стаді підтримували оптимальне співвідношення самців та самок 1: 4 - 5. Самців і самиць містили спільно, оскільки відомо, що без самців у самок уповільнюється розвиток яєчників. Загальна кількість креветок у маточному стаді залежить від необхідного (заданого) кінцевого результату – кількості посадкового матеріалу.

При виживання личинок креветки від стадії постличинки (45 діб) – 78%, для отримання 100000 екземплярів посадкового матеріалу необхідно $100000/0,78 \approx 129000$ постличинок. Виживання отриманих личинок до моменту їх переходу в постличинку становить в середньому 45%. Тоді кількість личинок, яку необхідно отримати, складе: 129000 шт. постличинки / $0,45 \approx 287000$ личинок.

Робоча плодючість самки гігантської креветки масою 40 г становить в середньому 30000 ікринок. Тоді для отримання 287000 личинок необхідно $287000/30000 \approx 10$ самиць гігантської креветки.

Таким чином, з урахуванням оптимального співвідношення самців і самиць у маточному стаді 1:4, для отримання 100000 екземплярів посадкового матеріалу необхідно 13 плідників (3 самці та 10 самиць). При використанні для відтворення самиць більшого розміру і маси їх число теоретично може бути меншим, але враховуючи різноманітні форсмажорні обставини (одночасно нерест проходить лише у 5% самиць, виживання плідників в період їх утримання в розпліднику в середньому 50%), які практично завжди виникають в ході нерестової компанії чисельність плідників у стаді має бути значно вищою.

Таким чином ми приймали, що для отримання 100000 екземплярів посадкового матеріалу необхідно мати стадо чисельністю 500 плідників (100 самців і 400 самиць).

Кількість плідників у стаді може бути знижена за рахунок синхронізації нересту та вибору більш крупних самиць з високою плідністю. Синхронізація нересту досягається шляхом варіювання температур. Для цього використовується декілька методів.

Перший полягає у витримуванні плідників креветки за температури 26 – 28°C. Протягом тижня температуру поступово (на 1 – 2°C на добу) знижували до 22°C та наступні два тижні креветок містили при цій температурі. Через два тижні, протягом 2 діб, температуру знову підвищували до 28°C. Це

дозволяє синхронізувати линяння плідників, та забезпечує одночасний нерест 19% самиць.

Виживання плідників в середньому складає 63%, тоді для отримання 100 000 мальків креветки достатньо 21 самець та 84 самиці. Таким чином, ми зменшили чисельність маточного стада практично в 5 разів.

Другий спосіб передбачає утримання плідників за температури 24°C. Протягом другої доби температуру води підвищували до 28°C, що забезпечує синхронізацію линок і дозволяє досягти одночасного нересту до 24% самиць. В результаті використання такої технології вдалось скоротити чисельність плідників необхідних для отримання 100000 екземплярів посадкового матеріалу до 17 самців та 67 самиць.

Позитивний вплив температури на синхронізацію нересту підтверджують результати дисперсійного аналізу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Результати дисперсійного аналізу впливу температури на синхронізацію нересту плідників *M. rosenbergii*

Чинник	SS	MS	F	p
Температура	2211	1105	67	<0,001
Залишкова	637	16	–	–

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

Кількість самок, що одночасно нерестяться в контрольованих умовах розплідника, коли синхронізація нересту не проводилась, становило в середньому 7%, що статистично значимо нижче ($p < 0,001$), ніж при використанні методів варіювання температур. Результати порівняння двох методів синхронізації нересту показали значні відмінності ($p = 0,006$).

3.1.3 Корма і годування креветок

Існує ряд вимог, що висуваються до кормів в аквакультурі. Зокрема, для гігантської креветки *M. rosenbergii* вміст білка має становити близько 15%, вміст жирів до 5%. Корм повинен містити деякі необхідні для життєдіяльності (нерест, линяння) речовини, такі як холестерин та лецитин [59]. Виходячи з цього було складено наступний раціон для годівлі креветки *M. rosenbergii* (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Склад кормової суміші для дорослих особин гігантської креветки *M. rosenbergii*

Вид корму	Білки, %	жири, %	Вуглеводи, %	Лецитин, холестерин	Вміст у суміші для годування, %	Білок у кормовій суміші, %	Жири в кормовій суміші, %	Вуглеводи в кормовій
Серце яловиче	16,0	20,4	0	–	27	4,32	2,06	0
Риба (тріскова)	16,7	0,3	0	–	54	9,02	0,03	0
Крупи	8,2	3,9	31,7	–	16	1,28	0,62	5,07
Яйце	7,9	16,8	0	+	3	0,47	0,5	0
РАЗОМ	–	–	–	–	100	15,09	3,21	5,07

Розроблена суміш кормових продуктів задовольняє потреби креветок у білках, жирах та вуглеводах і містить життєво необхідні для них речовини. Як зазначалося вище, для отримання 100000 екземплярів посадкового матеріалу необхідно мати маточне стадо чисельністю 84 екз. (Середньої масою близько 35 г). Між масою тіла ракоподібних та кількістю споживаної їжі існує залежність, що виражається статечним рівнянням. Для дорослих особин гігантської креветки добовий раціон у відсотках маси тіла становить середньому близько 5%.

Таким чином, для годування маточного стада (маса якого складає в середньому (3,7 кг) потрібно щодня 0,147 кг корму або 4,41 кг у перерахунку на місяць. Виходячи з процентного вмісту продуктів, на місяць для отримання 4,41кг кормової суміші для вмісту маточного стада потрібно: серце яловиче – 1,19 кг, риба (родини Тріскових) – 2,38 кг, крупа (різна) – 0,7 кг, яйця – 0,13 кг (3 прим.).

З тріскових риб найбільш доступними та недорогими є минтай та сайда, у Чорному морі можливий мерланг (пikша). З круп оптимальним є рис (40%) + пшенична (Ячнева) крупа (60%).

3.1.4 Розмноження та ембріональний розвиток, розміри ікри

Ключовим етапом онтогенезу гігантської креветки, як і будь-якого живого організму є розмноження. У зв'язку з цим очевидна важливість дослідження репродуктивного потенціалу самиць гігантської креветки в умовах експериментального господарства.

Досягши статевої зрілості у віці 4–5 місяців креветки починають активно розмножуватись. Відтворення у гігантської креветки нерозривно пов'язане з линковим циклом, оскільки самиці здатні спаруватися тільки після завершення линяння, коли їхній панцир м'який. Через кілька годин після запліднення відбувається відкладання яєць. У наших експериментах цей інтервал часу складав від 3 до 7 години. За літературними джерелами цей період може становив від 5 до 10 годин.

Самиці відкладають ікру на плеоподи (плавальні ніжки) і виношують її протягом усього періоду розвитку ембріона (рис. 3.6).



Рис. – 3.6 Яйця гігантської креветки *M. rosenbergii* на плеоподах самиць

В процесі ембріогенезу колір яєць у кладці змінюється від яскраво-жовто-гарячого до темно-коричневого або сірого. По мере розвитку зародка характеристика яєць змінюється. В ембріональному розвитку креветки виділяється п'ять стадій.

Яйця *M. rosenbergii* дрібні, їхній розмір становить 0,48 – 0,58 мм. На першій стадії середня довжина великого діаметру яйця креветок становить 0,51 мм, малого – 0,47 мм (табл. 3.4). До кінця ембріонального розвитку розміри яєць збільшуються приблизно в 1,5 рази ($p < 0,001$). У процесі зародкового розвитку відбувається збільшення лінійних розмірів та маси яєць (табл. 3.3, 3.4).

Таблиця 3.3 – Зміна розмірів яєць усіх стадіях ембріонального розвитку креветки *M. rosenbergii*

Стадія розвитку ембріону	Великий діаметр яйця (D), мм	Малий діаметр яйця (d), мм	Об'єм яйця (V), мм ³
I	0,513±0,008	0,471±0,008	0,059±0,001
II	0,555±0,015	0,478±0,009	0,066±0,002
III	0,639±0,006	0,488±0,014	0,082±0,002
IV	0,693±0,012	0,538±0,006	0,105±0,002
V	0,748±0,007	0,563±0,013	0,124±0,002

Примітка: У таблиці наведено середнє значення ± стандартна помилка середнього розміру яєць навіть з однієї кладки широко варіюють. Через значну варіабельність розмірів яєць зіставляти їх величину досить складно, для цього розраховується обсяг яйця.

Об'єм яєць за період ембріонального розвитку збільшувався у 2,1 разів ($p < 0,001$). У природних умовах об'єм яєць за період ембріонального розвитку збільшувався дещо менше – у 1,85 рази.

При температурі 24°C, об'єм запліднених та відкладених на плеоподи яєць становить 0,08 мм³, при збільшенні температури до 28°C він зменшувався до 0,06 мм³ (на 25%), але при температурі 28°C у креветок, з ставів Південного В'єтнаму та у водоймі охолоджувачі Березівської ГРЕС, об'єм яєць в середньому склав 0,07 мм³. Дисперсійний аналіз показав, що в цілому, вплив температури на варіабельність об'єму яєць не є статистично значущим.

У процесі ембріонального розвитку відбувається збільшення розмірів, а й маси яєць. До кінця ембріогенезу відбувається зростання сирої маси яйця в 2,1 рази ($p < 0,001$) (табл. 3.5).

Таблиця 3.4 - Зміна маси яєць на всіх стадіях ембріогенезу гігантської креветки *M. rosenbergii*

Стадія розвитку ембріона	Сира маса яйця, (×10 ⁻²) мг	Суха маса яйця, (×10 ⁻²) мг	Зміст сухого речовини в яйці, %	Зміст води в яйці, %
I	6,54±0,07	3,53±0,02	54	46
II	7,31±0,2	3,43±0,03	47	53
III	8,00±0,01	3,35±0,02	41	59
IV	9,18±0,06	3,14±0,04	34	66
V	12,18±0,07	2,96±0,02	25	75

Примітка: У таблиці наведено середнє значення ± стандартна помилка середнього

У креветок до кінця ембріогенезу спостерігається подвоєння, а іноді і потроєння початкової маси яйця. Поряд із збільшенням маси самого

ембріона, іншою причиною збільшення сирієї маси яйця може бути зміна вмісту води. Початковий вміст води у яйцях у середньому 46%, до кінця ембріогенезу він зростає до 75%. Зростання обводненості ембріонів відзначено інших представників Decapoda. Така закономірність пояснюється змінами водного обміну зародків.

Процес інтенсифікується на завершальних стадіях ембріогенезу. проникивість мембрани особливо зростає на останніх стадіях ембріогенезу. Збільшення вмісту води у яйцях відбувається за рахунок зростання проникивості оболонки та за рахунок метаболічної води, що утворюється в результаті окислення жирів, білків та вуглеводів. Вихідний вміст сухої речовини в яйцях гігантської креветки досить високий, вона становить 54% (табл.3.5). Зниження сухої речовини яєць у процесі ембріогенезу відбувається внаслідок використання органічних речовин на енергетичний обмін.

3.1.5 Тривалість ембріогенезу

Тривалість ембріогенезу гігантської креветки значно залежить температури води (коефіцієнт кореляції (R) дорівнює 0,75; $F = 245,74$; $df = 196$; $p < 0,001$). При 22°C вона становить 38 діб. При підвищенні температури до 31°C розвиток ембріона завершується за 14 діб (рис. 3.7).

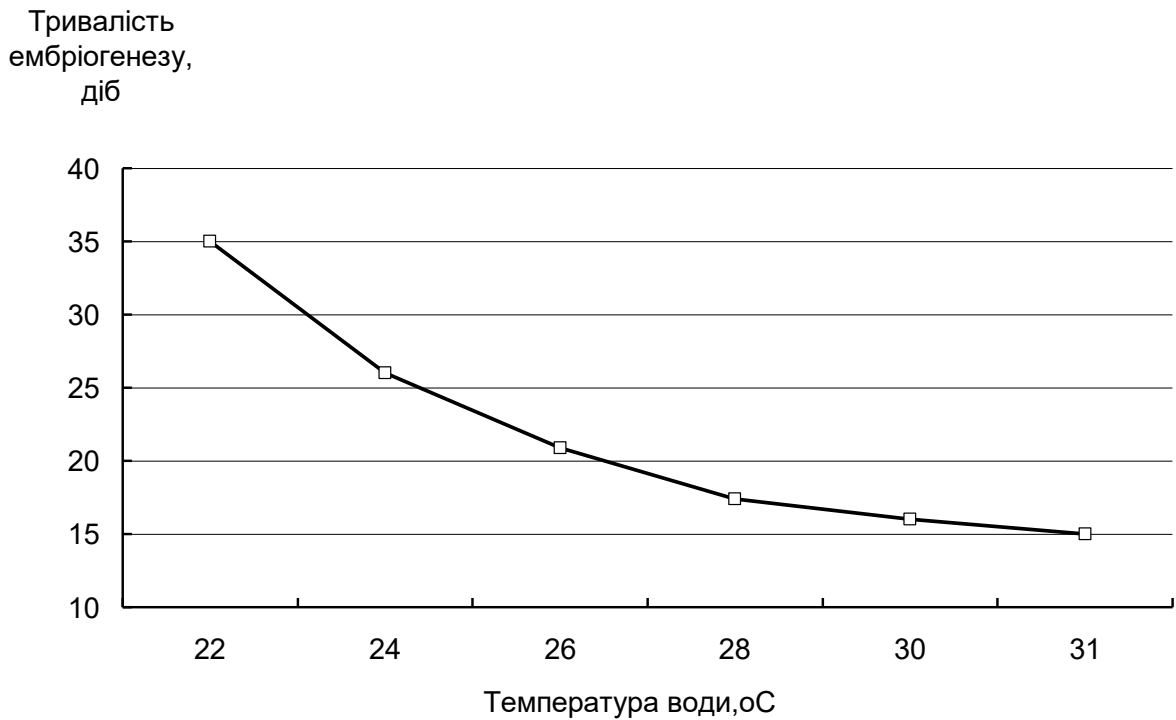


Рис. 3.7 Залежність тривалості ембріонального розвитку креветки *M. rosenbergii* від температури води

В інтервалі температури від 22 до 31°C залежність може бути апроксимована лінійним рівнянням:

$$T = 66,84 - 1,74t \quad (R_2 = 0,56), \quad \text{де,}$$

T – тривалість ембріонального розвитку, добу., t – температура, °C.

Однофакторний дисперсійний аналіз підтвердив вплив температури тривалість ембріонального розвитку гігантської креветки (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Результати дисперсійного аналізу впливу температури на тривалість ембріогенезу креветки *M. rosenbergii*

Чинник	SS	MS	F	p
Температура	3044	338	109	<0,001
Залишкова	646	3	–	–

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

За літературними даними тривалість ембріогенезу креветки *M. rosenbergii* в інтервалі температур від 26 до 28°C і становить 18 -20 діб. У наших експериментах при температурі води 26 – 28°C ембріональний період розвитку у гігантської креветки варіював від 15 до 20 діб.

На останній стадії ембріонального розвитку, коли яйця в кладці набували сірого відтінку, самок поміщали в садки (рис. 3.8), розташовані в ємностях для виклеву та подальшого утримання личинок.



Рисунок – 3.8 Садки для виклеву личинок гігантської креветки

Після викльовування личинок, самиць креветки повертають в басейни, де, найчастіше, через 4 – 6 діб вони линяли. Деякі самки знову відклали ікру, інші – через одну – дві линки.

3.1.6 Плодючість

Плодючість є однією з важливих біологічних характеристик, що визначають здатність виду підтримувати та підвищувати свою чисельність. Плодючість прямо пропорційно залежить від довжини та маси тіла самиць, в оптимальних умовах вона росте зі збільшенням розмірів креветки, що є загальною закономірністю для всіх пойкилотермних тварин.

В діапазоні довжини самиць 7,7 – 14,3 см та маси 5,15 – 38,4 г НРП зростає від 3071 до 54692 шт. яєць в одній кладці. В інтервалі довжини 7,7–14,3 см залежність добре апроксимується лінійним рівнянням ($R = 0,944$; $F = 1008,22$; $df = 123$; $p < 0,001$):

$$E = 7281L - 58706 \quad (R_2 = 0,891), \quad \text{де}$$

E – кількість яєць у кладці самки, екз. L - Довжина самки, см.

Оскільки $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$, то регресійна модель визнається статистично значущою. НРП має статистично значиму кореляцію з масою тіла креветки ($R = 0,974$; $F = 2363,53$; $df = 123$; $p < 0,001$). Залежність НРП від маси може бути апроксимована рівнянням:

$$E = 1543 W - 6965 \quad (R_2 = 0,951),$$

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

Оцінку статистичної значущості регресійної моделі проводили з допомогою F – критерію Фішера. Оскільки $F_{\text{факт}} = 2363,53 > F_{\text{табл}} = 3,92$, то регресійна модель визнається статистично значущою. Кінцева реалізована плодючість кількісно характеризує "робочу" плодючість.

В діапазоні лінійних розмірів самок від 7,5 до 14,2 см та маси від 5,3 до 38,1 г КРП варіює від 678 до 39925 шт. яєць в одній кладці. Коефіцієнт кореляції КРП з лінійними розмірами самки гігантської креветки дорівнював 0,924 ($F = 713,96$; $df = 123$); кореляція була статистично значущою ($p < 0,001$). Залежність плодючості від довжини тіла креветки може бути апроксимована лінійним рівнянням:

$$E = 5849 L - 51104 \quad (R_2 = 0,853),$$

Де E – кількість яєць у кладці самки, екз., L - Довжина самки, см.

Робоча плодючість має значну кореляцію з масою тіла креветки ($R = 0,974$; $F = 1473,69$; $df = 123$; $p < 0,001$) і може бути апроксимована рівнянням:

$$E = 1262 W - 9653 \quad (R_2 = 0,923), \quad (3.5)$$

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

Істотним показником відтворювальних властивостей особин популяції виду є відносна плодючість, яка відбиває репродуктивну здатність самок. ВП визначалася нами як відношення початкової реалізованої плодючості до маси креветки (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Репродуктивні параметри самок гігантської креветки *M. rosenbergii*

Маса креветки, г	НРП, шт	ГРП, 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

Примітка: У таблиці наведено середнє значення ± стандартна помилка середнього

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

Встановлено, що під час ембріогенезу з різних причин (захворювання, обростання епібіонтами, механічне пошкодження та ін.) відбувається втрата частини яєць, при цьому виживання ембріонів залежить від довжини самки, що підтверджують результати дисперсійного аналізу (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Результати дисперсійного аналізу впливу лінійних розмірівсамиць на виживання креветок на стадії ембріогенезу

Чинник	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 значущості

Різниця між НРП та КРП, що показує втрати яєць при інкубації, становить 20% для самок завдовжки від 7,5 до 8,5 см. Зі збільшенням лінійних розмірів тіла самки до 13,5 – 14,5 см виживання ембріонів зростає до 93% ($p < 0,001$). Таким чином, втрати яєць у процесі ембріогенезу у більших самок набагато нижчі, ніж у дрібних.

3.1.7 Вирощування личинок гігантської креветки

Личинка виходить з яйця на стадії зоеа, для них характерний поділ тіла на головогруди, сегментоване черевце і слабо розвинені кінцівки. Перехід до наступної нової стадії відбувається у результаті лінек, під час яких личинки активно ростуть. У період зростання креветки плавають у товщі води (тільки під час лінек личинки опускаються на дно). Пересуваються шляхом різких вертикальних рухів головою вниз. Таке становище обумовлено масивністю головогрудного відділу порівняно з іншими частинами тіла.

Личинок гігантської креветки отриманих від самиць з власного маточного стада, вирощували в прямокутних пластикових басейнах об'ємом об'ємом 1,2 м³ з солонуватою водою (солоність 10-14‰).

Воду для вирощування личинок заданої солоності отримували шляхом розведення чорноморської води (14-18‰) звичайною водопровідною водою, яку попередньо відстоювали та фільтрували.

Температуру води в апаратах підтримували на рівні 24–30°C. Системи працювали в замкненому режимі. Здійснювалася постійна фільтрація та аерація води. Для запобігання попаданню личинок у фільтр забір води використовувались спеціальні насадки (з поролону, а також трубки, обтягнуті газом вічком 112 мкм).

Гідрохімічні показники підтримували на оптимальному для личинок креветки рівні (рН середовища – 7,5–8,0; насичення води киснем близько

70%; концентрації нітритів – 0,1 мг/л, нітратів – не більше 10 мг/л; оптимальний фоторежим 14:10 (світло:темрява), що відповідало рекомендаціям інших авторів [27, 58, 80]. При культивуванні личинок в інкубаторах, де вирощували личинок, щодня здійснювали підміну 100% води.

3.1.8 Розмірно-масові характеристики

У період метаморфозу розміри личинок змінюються, зростаючи від $1,69 \pm 0,03$ мм (I стадія) до $7,84 \pm 0,11$ мм (XI стадія). Розмір креветок збільшився в 4,6 разів.

Наші дані досить близькі до результатів, отриманих іншими авторами. Так, в роботах І. Уно та С. Квон показано, що личинка на I стадії має довжину 1,92 мм, на XI стадії – 7,73 мм. За даними Н. П. Ковачової довжина личинок на першій стадії становить $2,3 \pm 0,014$ мм, а на останній – $7,9 \pm 0,023$ мм.

Личинки швидко набирають масу, яка із зростанням змінюється від $0,079 \pm 0,003$ мг до $4,134 \pm 0,027$ мг. За період метаморфозу вона зростає у 52 рази.

Тривалість розвитку креветок від личинкової стадії до постличинок у середньому становить 25–31 добу. При цьому перші постличинки з'являються на 17–20 добу з моменту виклювання.

У Білорусії при вирощуванні личинок у штучній морській воді в УЗВ тривалість періоду їх розвитку склала 29–55 діб. У тропіках личинковий розвиток триває від 35 до 50 діб. Кожна з 11 личинкових стадій гігантської креветки проходить за 1-4 доби, але не всі личинки линяють одночасно (табл. 3.8)

Таблиця 3.8 - Тривалість розвитку личинок креветки *M. rosenbergii*

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 линок у креветок спостерігається на 13–19 добу, тобто на останніх стадіях розвитку перед метаморфозом. Така асинхронність линек посилює канібалізм і, як наслідок, знижує виживання личинок на даному етапі розвитку. Цей негативний фактор відзначається й іншими авторами [27]. Багато дослідників сходяться на думці, що для підвищення виживання гідробіонтів необхідно синхронізувати процес линяння у личинок в умовах аквакультури, чого можна досягти шляхом повного контролю та управління умовами утримання креветок (температури, солоності, вмісту кисню, азотних сполук, щільності кормових організмів та ін.) на всіх стадіях вирощування.

Встановлено залежність зростання та розвитку личинки креветки від величини солоності води (рис. 3.9).

Довжина, мм

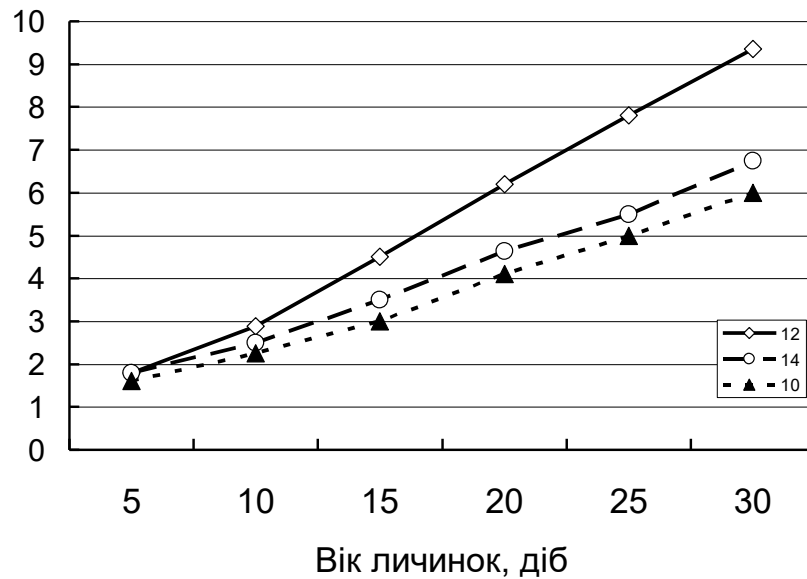


Рис. 3.9 Динаміка зростання личинок креветки *M. rosenbergii* при різних солоності води

Збільшення солоності води з 10 до 12 ‰ призводить до скорочення терміну метаморфозу у личинок, проте подальше зростання цього показника до 14 ‰ збільшує цей період розвитку креветки.

Таким чином, однієї і тієї ж довжини личинки гігантської креветки досягають при солоності 10‰ за 31 добу, 12‰ - 21 добу, 14‰ - 27 діб.

Динаміка зростання креветки *M. rosenbergii* при солоності 10‰ апроксимується лінійним рівнянням: $L = 1,382 + 0,193T$ ($R_2 = 0,988$),

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

($R = 0,994$; $F = 1192,45$; $df = 15$; $p < 0,001$):

При солоності 12‰ рівняння має вид: $L = 1,348 + 0,262T$ ($R_2 = 0,969$),

($R = 0,984$; $F = 283,23$; $df = 10$; $p < 0,001$)

При солоності 14‰ – $L = 1,283 + 0,214T$ ($R_2 = 0,977$),

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

Відзначається суттєвий вплив солоність води на виживання личинок гігантської креветки. Максимальне виживання личинок (56%) спостерігалось при солоності 12‰. Зниження солоності до 10‰ негативно позначається на зростанні личинок, а їх виживання не перевищує 10%. Підвищення солоності до 14‰ також знижує виживання личинок до 44% (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 –Тривалості розвитку та виживання креветок *M. rosenbergii* в залежності від солоності води

Солоність		12‰	14‰
10‰	тривалість	$p < 0,001$	$p = 0,020$
	виживання	$p < 0,001$	$p < 0,001$
12‰	тривалість	–	$p < 0,001$
	виживання	–	$p = 0,0013$

Темп личинкового розвитку креветки залежать від температури води. Чим вища температура води, тим швидше відбувається метаморфоз личинок. Однакових розмірів личинки досягають при температурі 28°C за 40 діб, при 30°C за 30 діб, а при 31°C за 24 доби (рис. 3.10).

Залежність довжини тіла личинки від тривалості періоду зростання при температурі 31°C апроксимується лінійним рівнянням – $L = 1,067 + 0,267T$ де L - довжина личинки в мм, T - тривалість періоду росту личинок діб.

($R_2 = 0,958$, $p < 0,001$).

При температурі 30°C – $L = 1,507 + 0,182T$ ($R_2 = 0,964$)

($R = 0,982$; $p < 0,001$)

При температурі 28°C – $L = 1,734 + 0,147T$ ($R = 0,995$, $p < 0,001$):

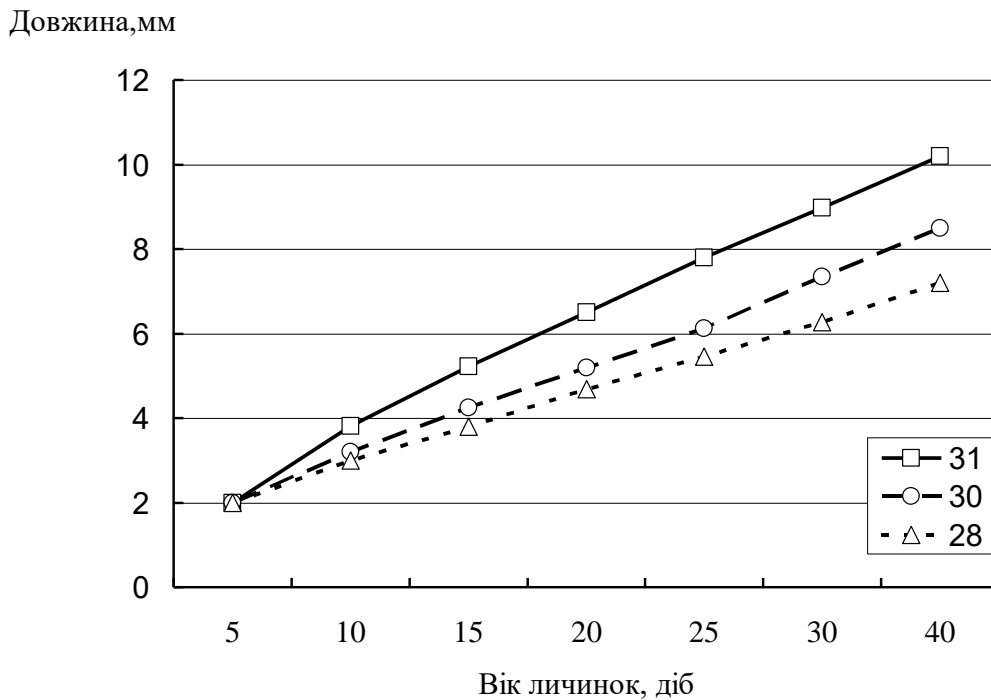


Рис. – 3.10 Динаміка росту личинок гігантської креветки при різному температурному режимі вирощування

Вживання личинок залежить від температури води. Максимальним – 56% воно було при температурі 31°C. При зниженні температури до 24°C вживання личинок знижується до 2%, а при підвищенні температури понад 32°C, спостерігається масова загибель личинок.

Таким чином, солоність і температура є домінуючими факторами під час личинкового метаморфозу гігантської креветки. Так при зниження температурних показників води, стадії личинкового метаморфозу стають тривалішими, а вживання личинок знижується. Зі зростанням температури, що перевищує оптимальне значення, тривалість личинкових стадій різко скорочується до того, що личинка не проходить повністю всіх стадій свого розвитку, що також суттєво знижує вживання.

Личинки більш толерантні до коливань солоності води, проте різка зміна цього показника в процесі метаморфозу, негативно позначається на зростанні та виживанні личинок креветки, при цьому слід зазначити, що личинки більш лабільні до підвищення цього показника, ніж до його зниження.

3.1.9 Щільність посадки, виживання та годівля личинок

Для підвищення ефективності вирощування креветки на стадії личинкового розвитку попередньо необхідно визначити найбільш оптимальні щільності посадки личинок. Встановлено фактичну залежність виживання личинок гігантської креветки від щільності посадки.

Мінімальне виживання креветок було відзначено при щільності посадки 120 екз./л. При зменшенні щільності посадки до 50 екз./л виживання личинок збільшилося в 1,7 разів. Проте низька щільність посадки знижує рентабельність виробництва. Зроблено висновок, що 90–100 екз./л – це оптимальна щільність посадки личинок при їхньому вирощуванні в УЗВ.

Отримані результати корелюють з літературними даними, згідно з якими виживання личинок (при щільності посадки 100 ЕКА./л) у контрольованих умовах замкнутого циклу водо забезпечення в середньому склали 52%, у рециркуляційній системі (при щільності посадки ЕКА./л) - 45%.

Встановлено значне зниження виживання личинок за роками (при дотриманні всіх нормативів культивування). Так, наприклад, у 2020 році при температурі води в інкубаторі 30°C виживання личинок становило 49%, а вже у 2022 році – лише 31%; при 31°C – 56% (2020 р) та 38% (2022 р).

Однією з причин зниження виживання личинок може бути інбридинг (у нашому розпліднику потомство отримували від плідників, які перебувають у

близькоспоріднених відносинах, оскільки маточне стадо не оновлюється), Перші ознаки імбридінгу проявляються в низькому виході личинок з ікри та в подальшому зниженні їх виживання [23].

Зменшення виживання личинок креветки в умовах розплідника може відбуватися в результаті захворювань, що виникають при недотриманні біотехнологічних норм культивування.

Найкращим кормом при вирощуванні личинок гігантської креветки на стадії зоеа є науплії *Artemia salina* (підклас Branchiopoda, загін Anostraca). Технологія масового отримання стартового живого корму включає активацію діапаузуючих яєць артемії 33% перекисом водню (0,1–0,3 мг/л) та інкубацію в ємкостях конусної форми з органічного (звичайного) скла, або з іншого міцного матеріалу. Ємкості заповнюють сольовим розчином (50 г солі на 1 л води) або морською водою та забезпечують аерацією та електропідігрівом.

Перед виловом личинок аерацію припиняють. Личинки збираються на дно судини, а мертві яйця та шкаралупа спливають до поверхні розчину. Виловлювати личинок можна за допомогою сифону, або сачка з густої капронового газу (з вічком не більше 0,25 мм).

Час виходу личинок із яєць залежить від температури розчину. Тривалість інкубації скорочується при підвищенні температури води в апаратах до 30°C, проте при цьому часто спостерігається масова загибель наупліїв, що виключилися, навіть при інтенсивній аерації. Ймовірно, у цьому випадку відбувається інтоксикація рачків продуктами метаболізму, що накопичуються у воді. При 25-28°C вихід відбувається через 30-36 год, при 28-30°C через 24-28 год. Оптимальною для інкубації яєць артемії є температура 25–27°C.

Колір личинок артемії світло-жовтий, бежевий, помаранчевий. Рівень виклеву наупліїв з яєць залежить від їхньої якості, походження та інших факторів. Нами використовувалися сухі яйця артемії зібрані в лимані Куяльник (65-70% виклев).

При культивуванні личинок гігантської креветки необхідно використовувати корми найвищої якості. Головна умова для успішного вирощування личинок креветок є наявність достатньої кількості кормів в інкубаторах. Живі корми необхідна умова зростання та розвитку личинок, особливо на перших стадіях розвитку (I – IV стадії). Підтримка високої концентрації корму протягом усього личинкового періоду забезпечує високий відсоток виходу личинок.

Личинки, після вилуплення з яйця, перші 1–2 доби не харчуються, перебуваючи на ендогенному харчуванні (розсмоктування зародкового жовтка). На третю добу вони одержують живий корм – одноденних науплій артемії.

Звичайна концентрація корму для личинок – 5 науплій/мл води. В період розвитку личинок, що може продовжуватися залежно від температурних умов, від 25 до 31 доби, необхідно щодобово перевіряти концентрацію корму. При її зниженні додавати в інкубатори необхідну кількість науплій.

На 4–7 добу (III – V стадії) до раціону личинок додавали варені яйця, фарш із риби (оброблений водою, що досягла температури не менше 95°C). На ніч рекомендується давати живий корм, наплі артемії. Склад та розмір часток їжі, а також режим годування змінювали залежно від стадії личинкового розвитку креветок. Схема годування подано у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 - Схема годування личинок гігантської креветки *M.*

rosenbergii

Стадія розвитку	Розмір частинок, мкм (терті яйця /рибний фарш)	Режим годівлі, раз/сут.	
		<i>A. salina</i>	яйця / рибний фарш
II – III	-	6	-
IV – VI	300	5	1/0
VII – VIII	500	5	1/1
IX – P1	800	6	1/1

3.2 Вирощування молоді гігантської креветки

Після завершення метаморфозу і перетворення личинки у постличинку, вона переходить до донного способу життя. З інкубаторів постличинку пересаджували у виростні ємності, з попередньою адаптацією до прісної води (протягом доби солоність води знижували з 12 ‰ до 0 ‰).

Молодь гігантської креветки вирощують у круглих пластикових басейнах об'ємом 4,5 м³ (робочий об'єм 3,6 м³, робоча глибина 0,4 м) та в прямокутних басейнах об'ємом 1,4 м³ (робочий об'єм 1,2 м³, робоча глибина 0,8 м) із прісною водою.

Всі басейни були включені в рециркуляційну систему, яка була об'єднана блоками механічної та біологічної очистки, системою водо підготовки, аерації та терморегуляції води. Температура води підтримувалася лише на рівні 26 – 28°C. Для запобігання попаданню постличинок креветки у фільтр забір води обладнувався насадками, покритими газом осередком 900 мкм.

Гідрохімічні параметри середовища вирощування підтримували на оптимальному рівні для креветок (такі ж, як і для дорослих особин). З метою збільшення щільності посадки та підвищення виживання креветок створювали штучні укриття, зі шматків ділі, черепиці та каміння, труб.

Довжина тіла постличинок, що тільки що пройшли линяння, становила $8,23 \pm 0,08$ мм, а маса $5,159 \pm 0,227$ мг. Протягом перших двох тижнів вирощування постличинок гігантської креветки, їх лінійні розміри збільшились у 2,5 рази ($20,24 \pm 1,01$ мм), а маса зростає практично у 6,0 разів ($30,89 \pm 2,19$ мг). Виживання складало до 96%. Залежність маси від довжини тіла креветок показано на рисунку 3.11.

В інтервалі лінійних розмірів від 9,0 до 32,0 мм залежність між довжиною і масою гігантської креветки апроксимована лінійним рівнянням:

$$W = 2,114 L - 11,9 (R_2 = 0,942),$$

де W - Маса тіла креветки, г; L - Довжина тіла креветки, см.

Коефіцієнт кореляції маси із довжиною тіла креветок дорівнює 0,943; кореляція статистично значуща ($p < 0,001$).

Протягом перших двох тижнів молодь креветки утримували при щільності посадки 2000 екз./м². У міру зростання щільність посадки молоді зменшували. Двотижневу молодь креветки до 45 доби вирощували при щільності посадки 500 екз./м².

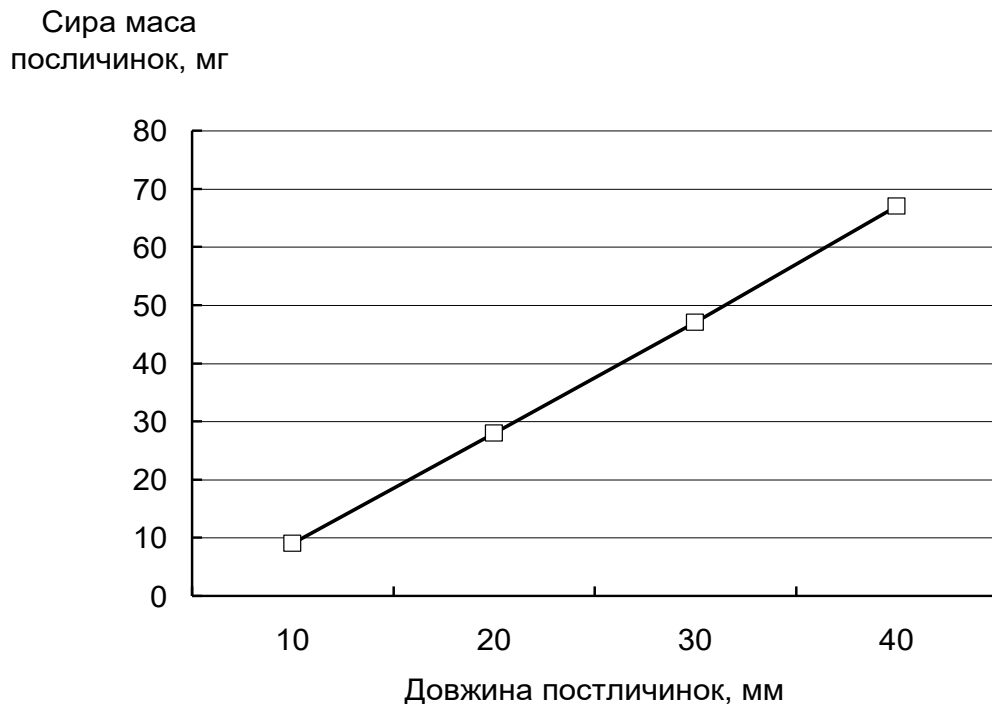


Рис. 3.11 – Залежність маси від довжини постличинок у перші два тижні їх вирощування

Через 45 діб середні розміри креветок досягли $5,62 \pm 0,07$ см (від 3,9 до 9,0 см), а маса – $1,69 \pm 0,07$ г (від 0,44 до 4,64 г).

Залежність маси від довжини тіла креветок з 14 до 45 добового віку апроксимована лінійним рівнянням:

$$W = 0,882 L - 3,278 (R^2 = 0,857),$$

де W - Маса тіла креветки, г; L - Довжина тіла креветки, см.

Коефіцієнт кореляції маси із довжиною тіла креветок дорівнює 0,926;

кореляція статистично значуща ($p < 0,001$).

Домінуючим фактором, який впливає на виживання та зростання молоді креветки є щільність посадки. У перший тиждень утримання постличинок допускається щільність посадки 5000 екз./м², до кінця першого місяця – не більше 2000 екз./м², до кінця другого – 500 екз./м², а до кінця третього – 300 екз./м².

Через надмірну щільність посадки спостерігаються випадки масового канібалізму, що веде до високої смертності молоді гігантської креветки.

Показано, що зі збільшенням кількості посадки креветок від 100 до 5000 екз./м² їхня виживання знижується з 94 до 39 % за 45 діб підрощування (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Вплив щільності посадки на виживання молоді гігантської креветки *M. rosenbergii*

№	Початкова Чисельність, екз./м ²	Вживання креветки, %	Середня довжина креветок наприкінці креветки, експерименту, см
1	100	94	5,83±0,16
2	200	94	5,44±0,15
3	500	69	5,05±0,06
4	1000	53	2,81±0,05
5	2000	46	2,35±0,03
6	5000	39	2,24±0,04

Примітка: У таблиці наведено середнє значення ± стандартна помилка середнього

Максимальні середні розміри молоді креветок (5,83±0,16 см) зафіксовані за мінімальної щільності посадки (100 екз./м²). Збільшення щільності посадки креветок до 500 екз./м² веде до зменшення їх розмірів у 1,1 рази, до 1000 екз./м² – у 2,1 рази, а максимальна щільність посадки молоді – 5000 екз./м² – в 2,6 рази.

Щільність посадки молоді креветки в басейнах значно впливала на зростання та виживання креветок. Виживання та лінійне зростання молоді гігантської креветки, що вирощується при щільності посадки 100, 200, 500 екз./м² була значно вищою, ніж у молоді – при щільності посадки 1000, 2000, 5000 екз./м²

Життєстійка молодь гігантської креветки, що випускається в ставки для товарного вирощування, повинна мати довжину не менше ніж 5 см [60]. Такі параметри посадкового матеріалу вдається отримати при вирощуванні молоді із щільністю посадки 100, 200 та 500 екз./м².

Виживання креветок при щільності посадки 100 і 200 екз./м² була однаковою (94%), а при 500 екз./м² – у 1,4 рази менше.

В літературі є рекомендації при вирощуванні постличинок використовувати щільність посадки до 200 екз./м² [34], або до – 500 екз./м².

На підставі літературних і власних даних, ми робимо висновок, що оптимальною для вирощування молоді креветки в умовах розплідника є щільність посадки 500 екз. $p = 0,018$), оскільки за однаковий період часу ми отримуємо креветку необхідних розмірів, але у кількості в 1,8 разів більше ($p = 0,018$), ніж при щільності посадки 200 екз./м² і в 3,7 разів більше ($p < 0,001$) ніж при 100 екз./м².

Температура вирощування є основним абіотичним фактором, що впливає на зростання та виживання молоді.

Протягом 45 діб вирощування при щільності посадки 500 екз./м² та при температурі 22–30°C лінійні розміри креветки зростають від $2,427 \pm 0,067$ до $5,823 \pm 0,199$ см. У цьому температурному діапазоні виживання креветок варіює від 85 до 51%.

Виживання молоді креветки при температурі 22°C склала 85% і була значно вище, ніж за інших показників температури. А середні значення лінійних розмірів молоді гігантської креветки були значно вищими при 30°C.

Як і більшість дослідників, ми вважаємо оптимальною для підрощування молоді температуру 28°C, за якої ми отримуємо креветку з лінійними розмірами (більше 5 см) необхідними для товарного вирощування у ставках та виживанням (69%) вищою, ніж при 30°C (51%).

Раціон молоді гігантської креветки не відрізняється від дорослих особин. У перші два тижні вирощування кормом для постличинок служили личинки хірономід, суха дафнія, м'ясо артемії. До кінця першого місяця вирощування до раціону молоді включали рибний фарш (минтай і сайда), фарш з яловичого серця, подрібнений відварений рис та пшеничну крупу.

Протягом перших двох тижнів вирощування добовий раціон постличинок складав 100% від їхньої маси. З 15 доби і до кінця першого місяця вирощування добовий раціон – 80%, кінцю другого – знижували до 30%.

3.3 Екологічні аспекти вирощування гігантської креветки в ставках півдня України

3.3.1 Стави для вирощування креветок.

В умовах півдня України спеціальні ставки для культивування креветок, відсутні. Експериментальні роботи з вирощування товарної продукції проводили в рибоводних ставках, призначених для вирощування традиційних об'єктів рибництва. Ставки підбиралися і з урахуванням таких вимог:

- 1) загальна площа 0,7–1,2 га та глибина не більше 1,0 м;
- 2) ложа ставків тверда, але досить родюча для кращого розвитку природної кормової бази, що дозволяє знизити витрати на корми та добрива;
- 3) водна рослинність не повинна займати більше 20% площі ставків.

4) обов'язковою умовою є можливість повного спуску водойми протягом 1 – 2 днів. Нерівності дна і не повний спуск води, ускладнюють збирання креветок, що призводить до втрати врожаю.

Основні етапи під час підготовки ставків: осушення; вапнування; будову притулків; заповнення водою та внесення добрив.

Ставки заповнюють водою приблизно за місяць до посадки молодих креветок. Для уникнення попадання ікри, личинок і мальків хижих риб, а також інших небажаних гідробіонтів у вирощувальні ставки, водоподача обладнується рибозахисними пристроями (дрібною сіткою) та млиновим газом.

Спочатку ставки заповнюють на глибину 30 - 40 см і додають органічні та неорганічні добрива. Як органічні добрива використовують гній крупної рогатої худоби (500–1000 кг/га), а з неорганічних добрив – сечовину (10–30 кг/га) та суперфосфат (20–60 кг/га).

Розвиток фітопланктону, який добре помітний по зміні кольору води (з зеленого на бурий). Після завершення цвітіння води ставки повністю заливають водою і додають ще 5-10% добрив для підтримки цвітіння.

Після цього починається бурхливий розвиток зоопланктонних організмів (коловерток, циклопів, дафнії та ін.), донних безхребетних (поліхет, черв'яків, молюсків) та личинок комах (хірономід), які служать їжею креветок.

У разі відсутності цвітіння води проводять додаткове додавання добрив, розбавляючи їх у воді у співвідношенні 1:10. Якість води є важливою умовою у досягненні максимальної продукції *M. rosenbergii* (табл. 3.12)

Таблиця 3.12 – Оптимальні параметри середовища у ставах для товарного вирощування креветки *M. rosenbergii*

Температура води, °С	24 – 30
Солоність, ‰	0
pH	7,0-8,0

Сірководень, мг/л	0
Кисень (O ₂), %	30 – 50
Аміак, мг/л	0
Нітрити (NO ₂), мг/л	менше 0,1
Нітрати (NO ₃), мг/л	не більше 20

Тривалість періоду вирощування в залежності від температури коливається від 120 до 150 днів

Вирощування молоді креветок у ставках до товарної маси проводилось у водоймах південного (Балаклава), південно-західного (с.г.т. Орлівка), західного (Євпаторія) та північного (Красноперекопськ) районів Криму у період стійких значень температури води, понад 20°C (з третьої декада травня – другої половини вересня). У літній період температура води знаходилася в оптимальному для цього виду креветки діапазоні 24–31°C.

(рис 3.12).

Щільність посадки молоді креветки у ставах складала 10 тис. екз./га. При вирощуванні використовували природні і штучні корми.

Заростання ставків водною рослинністю не перевищувало 20% їхньої площі. На зростання креветок впливають різні чинники. Найважливішу роль грає температурний режим.

Температура, оС

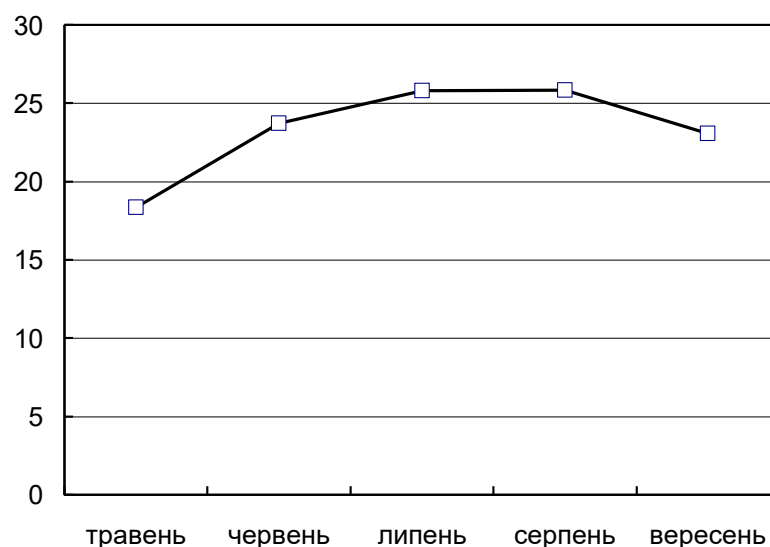


Рисунок 3.12 – Середньомісячні температури води у ставках.

Результати проведених експериментів показали, що умови для товарного вирощування гігантських креветок у відкритих водоймах Криму загалом сприятливі. Тривалість сезону вирощування становить 102–114 днів.

Продуктивність ставів становила 365–704 кг/га, а виживання креветок – 75–85% (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Основні результати товарного вирощування гігантської креветки в умовах Кримського півострова України

Місце проведення експерименту	Площа ставка, га	Період вирощування, доба	Вживання, %	Вилів, кг	Продуктивність ставка, кг/га
с.м.т. Орлівка	0,6	114	83	422,9	704,84
Красноперекіпськ	0,7	102	75	255,15	364,5
Євпаторія	3,1	113	64	275,78	88,96
Балаклава	0,8	113	67	67,9	84,9

Зростання гігантської креветки у ставах південного, південно-західного, західного та північного Криму залежало від умов і району вирощування (табл.3.14).

Таблиця 3.14 - Зростання гігантської креветки в ставах Криму

Місце проведення експерименту	Початкова маса, г	Кінцева маса, г	Коефіцієнт зростання	Добовий приріст, %
с.м.т. Орлівка	1,65±0,48	84,92±41,28	51,47	3,51
Красноперекіпськ	1,19±0,92	48,6±24,71	40,84	3,70
Євпаторія	0,99±0,12	13,90±6,13	14,04	2,37
Балаклава	1,19±0,26	25,20±10,09	21,18	2,74

Кращі екологічні умови вирощування креветки були досягнуті в малих ставках південно-західного Криму (п.г.т. Орлівка). В інших районах Кримського півострова зростання креветки було значно гіршим.

При посадці креветок масою від 1,19 до 1,77 г та щільністю 10 тис. екз./га середня маса однієї товарної креветки у водоймах південно-західного Криму за літній період досягала 85 г, на півночі півострова – 49 г, що значно нижче ніж при вирощуванні креветки у ставах США, Бангладеш, Індії та ін. країн [70, 72,73,74,75,77].

При низьких щільності посадки найбільш раціональним є максимальне використання природної кормової бази ставків. Продуктивність гігантської прісноводної креветки на природній кормовій основі здебільшого становить 150 – 200 кг/га [77].

Використання додаткових кормів необхідно за недостатнього розвитку природної кормової бази водойми та при високих щільностях посадки. Як додаткові корми можуть використовуватися самі різноманітні кормові ресурси, що складаються як з рослинних, так і тваринних компонентів.

Незважаючи на якісну різноманітність кормів, повинні дотримуватися загальні вимоги щодо змісту та співвідношення у них основних біохімічних компонентів. Вміст білка має становити щонайменше 30%, жиру – близько 5%, вуглеводів – близько 30%, клітковини – трохи більше 10%.

Бажано використовувати спеціалізовані гранульовані корми. Перші 2–4 тижні вирощування молоді при доброму розвитку природної кормової бази немає необхідності в використанні додаткових кормів. Для збільшення природної продукції водоймища в цей період можуть використовуватися добрива.

Приблизно через півмісяця – місяць після посадки креветок у їхній раціон необхідно внести додаткові корми. Раціон годування безпосередньо залежить від середньої маси креветок (табл. 3.15).

При товарному вирощуванні креветок використовували комбікорми, до складу яких входили: кукурудза, пшениця, ячмінь, овес, висівки пшеничні, макуха (соєва та соняшникова), рибна, м'ясо-кісткове і кісткове борошно, глютен, дріжджі кормові, олія соєва, сухе молоко, сіль, крейда, вітаміни, амінокислоти, цукор, смакові добавки, адсорбент мікротоксинів, мікроелементи, антиоксиданти.

Таблиця 3.15 – Раціони гігантської прісноводної креветки вирощуванні у ставах [77]

Середня маса креветки, г	Добовий раціон, % від середньої маси
< 5	0
5 – 15	7
15 – 25	5
> 25	3

Склад основних біохімічних компонентів комбікорму: сирий протеїн – 30,6%; сира клітковина – 5,35%; Ккал обмінної енергії – 298; Кормових одиниць – 113; жир – 6,2%; Метіонін + цистин - 1,08%; лізин - 1,83%; кальцій – 1,2%; фосфор – 1,19%; метіонін – 0,59%.

Годування креветок проводили щодня один раз у вечірній час із 18 до 20 годин, оскільки креветки активні у сутінкові та нічні часи. Роздачу корму здійснювали вручну, розкидаючи його водоймою з берега або з човна.

ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Товарне виробництво гігантської прісноводної креветки є новим перспективним напрямом розвитку агропромислового комплексу України. Особливої актуальності цей напрямок придбав в даний час, у зв'язку з проблемами, які необхідно вирішити в найкоротший термін, на державному рівні.

Розвиток аквакультури делікатесної продукції, з використанням передових біотехнологій, місцевих водних ресурсів дозволить певною мірою вирішити проблему дефіциту водних біоресурсів для забезпечення населення України. Гігантська креветка *M. rosenbergii* є високопродуктивним і швидкозростаючим видом, здатним за один сезон вирощування досягати товарного розміру і завдяки високим смаковим якостям і користується великим попитом на світовому ринку.

Для організації креветкового господарств на півдні України відпрацьовано загальну схему культивування гігантської креветки, яка включає два Основні етапи: перший – отримання посадкового матеріалу в контрольованих умовах, та другий – товарне вирощування у відкритих водоймах.

Для організації виробництва креветок на півдні України може бути використована наступна технологічна схема:

1. Жовтень – травень утримання маточного стада креветок в штучних умовах;
2. Січень – березень проведення нересту, культивування личинок, отримання постличинки у штучних умовах;
3. Лютий – травень підрощування постличинки в контрольованих умовах;

Утримання плідників, вирощування личинок і молоді можна проводити з використанням УЗВ при оптимальних умовах утримання креветки *M. rosenbergii* різних вікових груп.

Товарне вирощування можливе у відкритих водоймах Кримського півострова, Херсонської, Миколаївської та Одеської областей. Для товарного вирощування цілком придатні спускні, мілководні стави площею до 1-1,5 га вільні від водної рослинності (площа заростання до 20%) з доброю природною кормовою базою.

Вирощування товарної креветки можна проводити у період стійких значень температури води, понад 20°C.

Перспективним напрямом підвищення рентабельності виробництва гігантської прісноводної креветки *M. rosenbergii* є її вирощування в полікультурі з рибами. Головним при цьому є правильний підбір риб, щоб найповніше використовувати кормову базу водойм. Основним об'єктами для спільного вирощування є білий товстолобик. Ця риба харчується фітопланктоном, тому є чудовим меліоратором водойм. При спільному вирощуванні гігантської креветки та білого товстолобика щільність посадки одного з цих об'єктів розведення не впливає на обсяг виходу товарної продукції іншого. Можливе вирощування гігантську креветку у полікультурі з строкатим товстолобиком, білим амуром, коропом та тилапією.

Коли при вирощуванні в полікультурі в ставках основним об'єктом є креветка, доцільно вирощувати рибу в садках, встановлених у водоймі.

ВИСНОВКИ

1. Основним лімітуючим фактором на стадії ембріогенезу гігантської креветки *M. rosenbergii* є температура та солоність води. Найкращі показники, зростання та виживання ембріонів креветки забезпечує температура води 28°C. Оптимальна солоність – $S = 12\text{‰}$.

2. Оптимальне поєднання цих параметрів ($t = 31^{\circ}\text{C}$ та $S = 12\text{‰}$) дозволило знизити терміни личинкового розвитку до 17 – 20 діб порівняно з раніше отриманими результатами що становили 26 - 27 діб.

3. Молодь гігантської креветки, що випускається в ставки для товарного вирощування повинна мати довжину не менше 5 см. Такі параметри посадкового матеріалу вдається отримати при вирощуванні молоді при температурі від 28 до 30°C із щільністю посадки 100 – 500 екз./м².

4. Харчовий спектр гігантської креветки в онтогенезі послідовно змінюється. Необхідною умовою для зростання та розвитку личинок, особливо I – IV стадії, є наявність живих кормів. Для молоді та дорослих особин розроблено раціони, що дозволяють використовувати штучні корми.

5. В умовах розплідника оптимальними біопродукційні показники мають самиці, довжиною 11 – 14 см, масою 20 – 40 г, з робочою плодючістю від 8 до 40 тис. яєць в одній кладці.

7. Природні умови півдня України сприятливі для товарного вирощування гігантських креветок *M. rosenbergii* у відкритих водоймах у літній період із температурою води вище 20°C. Тривалості сезону вирощування може складати 100 – 120 днів продуктивність ставка становила 365 – 705 кг/га, виживання креветок – 75 – 85%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Алехнович, А. В. Изменчивость линейных размеров гигантской тропической креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea, Palaemonidae) в ювенильный период / А. В. Алехнович, В. Ф. Кулеш // Гидробиол. Журн. – 2003. – Т. 39, №4. – С. 24–33.
2. Альбов, С. В. Целебные источники Крыма / С. В. Альбов. – Симферополь: Таврия, 1991. – 47 с.
3. Андреева, Н. А. Микробиологические методы исследования морских животных и среды их обитания / Н. А. Андреева. – Севастополь, 2010. – 100 с.
4. Веллер, Р. Культивирование креветок / Р. Веллер. – К, 1991. – 204 с.
5. Винберг, Г. Г. Взаимозависимость интенсивности обмена и скорости роста у животных / Г. Г. Винберг // Биология моря. – К., 1968. – вып. 15. – С. 5 – 15.
6. 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.
7. Воронов, П. М. Перспектива и биотехника использования артемий в морском рыбоводстве / П. М. Воронов. – К. Наукова думка, 1977. – 72 с.
8. Горбенко, Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона / Ю. А. Горбенко. – К.: Наукова думка, 1977. – 249 с.
9. 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.
10. 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. – К.: 1994. – 20 с.

11. Кобякова, З. И. Отряд десятиногие. Определитель фауны Черного и Азовского морей / З. И. Кобякова, М. А. Долгопольская. – Киев: «Наукова думка», 1969. – С. 269–307.

12. Ковачева, Н. П. Развитие личинок *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), выращенных в замкнутой системе водоснабжения / Н. П. Ковачева, Б. П. Смирнов, Д. Н. Степанов // УкрНИИРХ. Сер. Аквакультура, Вып. 1. – 1999. – С. 15–23.

13. Кулеш, В. Ф. Пищевые потребности личинок пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan) / В. Ф. Кулеш // Вопросы экспериментальной зоологии. – Минск, 1983. – С. 11–18.

14. Кулеш, В. Ф. Выращивание субтропической пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan) в моно- и поликультуре на отработанной воде теплоэлектростанции / В. Ф. Кулеш // Тез. Докл. 4-й Всесоюз. конф. по промышленным беспозвоночным. Ч. 1. Минск – 1986. – С. 110–111.

15. Кулеш, В. Ф. Рост и выживаемость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в зависимости от плотности при различных условиях культивирования / В. Ф. Кулеш // Гидробиол. Журн., 1996. – Т 32, №4. – С. 10–17.

16. Кулеш, В. Ф. Состав пищи и пищевая избирательность пресноводных креветок в аквакультуре (обзор) / В. Ф. Кулеш // Весці БДПУ. – 2010. – №3 (65). – С. 21–28.

17. Кулеш, В. Ф. Величина пищевого рациона и его усвояемость у десятиногих ракообразных / В. Ф. Кулеш // Весці БДПУ. – 2014. – №1. – С. 3–11.

18. Кулеш, В. Ф. Потенциальные возможности тепловодной аквакультуры промышленных ракообразных в Беларуси. / В. Ф. Кулеш, А. В.

Алехнович //Материалы Междун. Конф. «Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века». – Минск: ОДО Тонпик, 2004. – С. 72–75.

19. Лебедева, Л. И. Методика определения сырого, сухого весов водных организмов и их зольность / Л. И. Лебедева, А. П. Павлютин // Методы определения продукции водных животных. – Минск, 1968. – с. 20–26.

20. Лущик, А. В. Гидроминеральные ресурсы Крыма, их бальнеологический и энергетический потенциалы. / А. В. Лущик, Ю. И. Шутов, В. И. Родкин // Вопросы развития Крыма (Научно-практический сборник). Вып. 4. – Симферополь: Таврия, 1997. – С. 44–52.

21. Макаров, Ю. Н. Фауна Украины. Десятиногие ракообразные / Ю. Н. Макаров. – Киев: Наукова думка, 2004. – 430 с

22. Мельник, И. В. Особенности энергетического баланса личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / И. В. Мельник, И. Ю. Колобова, С. А. Краснощек // Вестник КГТУ. К. – 2004. – №2 (21). – С. 185–188.

23. Найденова, Н. Н. «Подводные камни» в аквакультуре гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae) / Н. Н. Найденова // рыбное хозяйство Украины. – 5/2003. – С. 15–19.

24. Наумов, Д. В. Тип кишечнополостные. Определитель фауны Черного и Азовского морей / Д. В. Наумов. – Киев: «Наукова думка», 1968.–С. 56–82.

25. Обзор минеральных вод Украинской ССР. Книга 1. Под ред. А. Е. Бобинца. – К.: Наук. Думка, 1980. – 264 с.

26. Овсянникова, Е. В. Влияние абиотических факторов на рост и выживаемость личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях её товарного выращивания / Е. В. Овсянникова, В. Н.

Крючков // «Вестник КГТУ. Серия: Экология». – Київ, 2004. – № 2 (21). – С. 60–65.

27. Руднева, И. И. Артемия. Перспективы использования в народном хозяйстве / И. И. Руднева. – Изд-во К. Наукова думка, 1991. – 139 с.

28. Сальников, Н. Е. Пресноводные креветки – перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северо-кавказского региона / Н. Е. Сальников // Зооиндустрия. Севастополь – 2001. – №1. – С. 48–52.

29. Сальников, Н. Е. Биология и культивирование пресноводных креветок / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Київ. Изд-во КГТУ, 1998. – 86 с.

30. Сальников, Н. Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Київ, 2000г. – 230 с.

31. Сальников, Н. Е. Некоторые особенности питания гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова // «Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство», сборник трудов. – К, 2000. – С. 139–144.

32. Статкевич, С. В. «Плодовитость гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях аквакультуры» / С. В. Статкевич // Рибне господарство України. – Керч, 2009. – №5(64). – С. 35–36.

33. 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.

34. Статкевич, С. В. Микробиологическая характеристика среды выращивания молоди гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях аквакультуры / С. В. Статкевич // «Вестник КГТУ. Серия: Рыбное хозяйство». – Керчь, 2014. – №4. – с. 60–65.

35. Статкевич, С. В. Крым – перспективный регион для развития аквакультуры гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / С. В. Статкевич // Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной. Мат-лы науч.-практ. Молодежной конференции. – Севастополь, 2014. – С. 180–183.

36. Статкевич, С. В., В. В. Шишова // Заповедники Крыма. Биоразнообразии и охрана природы в Азово-Черноморском регионе. Материалы VII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 24–26 октября 2013 г.). – Симферополь, 2013. – С. 395–397.
37. Степанов, Д. Н. Товарное выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в России / Д. Н. Степанов, Б. П. Смирнов, Н. П. Ковачева // ИРГ НААН Украины Сер.: Аквакультура. 2000. Вып. 1. С. 3–11.
38. Супрунович, А. В. Аквакультура беспозвоночных / А. В. Супрунович. – Киев: наукова думка, 1988. – 154 с.
39. Супрунович, А. В. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки и креветки / А. В. Супрунович, Ю. Н. Макаров. – Киев: наукова думка, 1990. – 261 с.
40. Суханова, М. Э. Способ выращивания личинки гигантской пресноводной креветки / М. Э. Суханова // Конф. молодых ученых и специалистов.: Тез. докл. – Львів, 1996. – С. 93–95.
41. Туранов, В. Ф. Разведение и выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* на Юге Украины / В. Ф. Туранов // Рибне господарство України. – №3, 4 (26, 27), 2003. – С. 47–48.
42. Хмелёва, Н. Н. Закономерности размножения ракообразных / Н. Н. Хмелева. – Минск: «Наука и Техника», 1988. – 208 с.
43. Хмелева, Н. Н. Пресноводные креветки / Н. Н. Хмелева, Ю. Г. Гигиняк, В. Ф. Кулеш. – Минск., 1988. – 128 с.
44. Хмелёва, Н. Н. Продукция кормовых и промысловых ракообразных / Н. Н. Хмелёва, А. П. Голубев. – Минск: Наука и техника, 1984. – 214 с.
45. Хмелёва, Н. Н. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелёва, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: «Беларуская навука», 1997. – 254 с.

46. Хмелёва, Н. Н. Изменение массы и калорийности некоторых ракообразных за период эмбриогенеза / Н. Н. Хмелёва, З. А. Романова // Биология моря (Киев). – Вып. 46, 1978. – С. 54–60.
47. Чепурнов, А. В. Культивирование рыб Черного моря в замкнутых установках / А. В. Чепурнов. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 104 с.
48. Червяков, Б. В. Разведение пресноводных креветок / Б. В. Червяков // Рыбн. Хоз-во. – №3, 1991. – С. 35–39.
49. Чесалин, М. В. Перспективы организации производства гигантской пресноводной креветки в Крыму / М. В. Чесалин // Некоторые экологические проблемы Западно-Крымского региона и возможные пути их решения. Материалы семинаров. – Евпатория, 2002. – С. 40–41.
50. Adhikari, S. Survival and growth of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) juvenile in relation to calcium hardness and bicarbonate alkalinity / S. Adhikari, V. S. Chaurasia, A. A. Naqvi, B. R. Pillai // Turk. J. Fish. Aquat. Sci. – 2007. – №7. – P. 23–26.
51. Akintola, S. L. Microbiological changes in freshwater prawn (*Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1857) stored in ice / S. L. Akintola, S. B. Bakare // American Journal of Food Technology. – 2011. – 6 (6). – P. 500–506.
52. Akita, G. Epizootiologic study of mid-cycle disease of larval *Macrobrachium rosenbergii* / G. Akita, R. Nakamura, J. Brock, G. Miyamoto, M. Fujimoto, F. Oishi, D. Sumikawa // J. World Maricul. Sos. – 1981. – 12. – P. 223–230.
53. Alam, M. J. Use of the *Moina micrura* (Kurz) as an *Artemia* substitute in the production of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) post-larvae / M. J. Alam, K. J. Ang, S. H. Cheah // Aquaculture. – 1993. – Vol. 109. – P. 337–349.
54. Alekhnovich, A. V. Variation in the parameters of the life cycle in prawns of the Genus *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Palaemonidae) / A. V. Alekhnovich, V. F. Kulesh // Russian J. of Ecol. – 2001. – Vol. 32, №6. – P. 420–424.

55. Al-Harbi Ahmed, H. Bacterial flora of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), cultured in concrete tanks in Saudi, Arabia / H. Al-Harbi Ahmed // *J. Appl. Aquacult.* – 2003. – Vol. 14, №1-2. – P. 113–124.
56. Aquacop, *Macrobrachium rosenbergii* De Man Culture in Polynesia: progress in developing a mass intensive larval rearing technique in clear water / Aquacop // *Proc. World Maricult. Soc.* – 1977. – 8. – P. 311–326.
57. Ang, K. J. Fecundity change in *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) during egg incubation / K. J. Ang, Y. K. Law // *Aquaculture and Fisheries Management.* – 1991. – Vol. 22. – P. 1–6.
58. Balasundaram, C. Egg loss during incubation in *Macrobrachium nobilii* (Henderson & Mathai) / C. Balasundaram, T. J. Pandian // *J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.* – 1982. – Vol. 59, №2-3. – P. 289–299.
59. Bond, G. O ciclo reprodutor de *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relacoes com a temperature / G. Bond, L. Buckup // *Rev. bras. Biol.* – 1982. – Vol. 42, №3. – P. 473–483.
60. Chen, S. *Metschnikowia bicuspidate* dominates in Taiwanese cold-weather yeast infections of *Macrobrachium rosenbergii* / S. Chen, Y. Chen, J. Kwang, I. Manopo, P. Wang, H. Chaung, L. Liaw, S. Chiu // *Dis. Aquat. Org.* – 2007. – Vol. 75. – P. 191–199.
61. Cheng, W. Isolation and characterization of an Enterococcus-like bacterium causing muscle necrosis and mortality in *Macrobrachium rosenbergii* in Taiwan / W. Cheng, J. Chen // *Dis. Aquat. Org.* – 1998. – Vol. 34. – P. 93–101.
62. Cheng, W. Enterococcus-like infections in *Macrobrachium rosenbergii* are exacerbated by high pH and temperature but reduced by low salinity / W. Cheng, J. Chen // *Dis. Aquat. Org.* – 1998. – Vol. 34. – P. 103–108.
63. D'Abramo, L. R. Freshwater prawns pond and grow-out. / L. R. D'Abramo, M. W. Brunson, W. H. Daniels // Mississippi State University, 2003: <http://www.msucare.com/pubs/pub2003.htm>. – 8 p.

64. D'Abramo, L. R. Influence of water volume, surface area and water replacement rate on weight gain of juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium macrobrachium*/ L. R. D'Abramo, W. H. Daniels, P. D. Gerard, W. H. Jun, C. G. Summerlin // *Aquaculture*. – 2000. – 182. – P. 161–171.
65. Diaz, G. G. The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) larvae / G. G. Diaz, S. Kasahara // *J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ.* – 1987. – 26, №1. – P. 1–10.
66. FAO: <http://www.fao.org>: Fisheries.Statistics.
67. Fisher, W. S. Eggs of *Palaemon macrodactylus*. II. Association with aquatic bacteria / W. S. Fisher // *Biol. Bull.* – 1983. – Vol. 164, №2. – P. 201–213.
68. Habashy, M. M. Effects of temperature and salinity on growth and reproduction of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea – Decapoda) in Egypt / M. M. Habashy, M. M. S. Hassan // *IJESE*. – 2011. – Vol. 1. – P. 83–90.
69. Heidi, L. H. La reproduction chez les Crustacea Decapodes de la Famille des Peneides / L. H. Heidi // *Ann de L'institut oceanogr.* – 1938. – 18, №2. – P. 31.
70. Jeyasekaran, G. Postharvest microbiology of farm-reared, tropical freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / G. Jeyasekaran, S. Ayyappan // *Food Microbiology and Safety*. – 2002. – 7/9. – P. 1859–1861.
71. Khan, S. Development of early larval stages of *Macrobrachium birmanicus* (Schenkel, 1902) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) / S. Khan, S. F. Khanam, S. Ali // *Bangladesh J. Zool.* – 1984. – Vol. 12. – P. 79–90.
72. Lalitha, K. V. Bacterial microflora associated with farmed freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) and the aquaculture environment / K. V. Lalitha, P. K. Surendran // *Aquaculture Research*. – 2004. – 35. – P. 629–635.
73. Lavens, P. Larval prawn feeds and the dietary importance of *Artemia* / P. Lavens, S. Thongrod, P. Sergeloos // *Blackwell Science: Oxford, England*, 2000. – P. 91–111.

74. Malecha, S. R. Commercial seed production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii / S. R. Malecha. In: McVey, J.P. (ed.). Handbook of Mariculture, Vol. I. Crustacean Aquaculture. – CRC Press, Boca Raton, Florida. 1983. – 442 p.
75. Murthy, S. H. Evaluation of formulated inert larval diets for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* weaning from *Artemia* / S. H. Murthy, M. C. Yogeeshababu, K. Thanuja, P. Prakash, R. Shankar // Mediterranean Aquacult. J. – 2008. – Vol. 1, №1. – P. 21–25.
76. Nagamine, C. M. Development, maturation and function of some sexually dimorphic structures of the Malaysian Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae) / C. M. Nagamine, A. W. Knight // Crustaceana. 1980. Vol. 39 (№2). P. 141–152.
77. Nash, G. Idiopathic muscle necrosis in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man, cultured in Thailand / G. Nash // J. Fish. Dis. 1987. Vol. 10, №2. P. 109–120.