

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ИНСТИТУТ МОРСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
им. А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»

На правах рукописи

Статкевич Светлана Вячеславовна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ
ПРЕСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE
MAN, 1879) В УСЛОВИЯХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

03.02.08 – экология (биологические науки)

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель
кандидат биологических наук
Болтачев Александр Романович

Севастополь – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	11
1.1. Систематическое положение гигантской пресноводной креветки <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (De Man, 1879)	11
1.2. Морфология гигантской креветки	12
1.3. Особенности экологии жизненных циклов и распространения гигантской креветки	17
1.4. Мировой опыт культивирования гигантской креветки	21
1.5. Состав кормов и пищевая избирательность гигантской креветки в аквакультуре	24
1.6. Проблемы искусственного воспроизводства гигантской креветки	28
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	36
2.1. Методы сбора и объем материала	36
2.2. Методика проведения биологического анализа гигантской креветки	37
2.3. Методы контроля гидрологических параметров среды выращивания	40
2.4. Количественное определение микроорганизмов	41
2.5. Статистическая обработка данных	45
РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА	46
3.1. Отбор и содержание производителей	46
3.2. Размножение и эмбриональное развитие гигантской креветки	55
3.3. Выращивание личинок гигантской креветки	71
3.4. Выращивание молоди гигантской креветки	84
РАЗДЕЛ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ В ПРУДАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА	93
РАЗДЕЛ 5. ВРАГИ И БОЛЕЗНИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ	111
РАЗДЕЛ 6. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ	122

РАЗДЕЛ 7. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА	
ПОКАЗАТЕЛИ КУЛЬТУРЫ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ	129
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	153
ВЫВОДЫ	160
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	162
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	163
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	164

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Одним из важнейших направлений прикладной экологии является разработка принципов создания искусственных экосистем для успешного культивирования объектов аквакультуры, являющихся ценным источником белковой пищи, и позволяющих снизить антропогенный пресс на природные популяции в результате не рациональной эксплуатации водных биологических ресурсов. Крымский полуостров, в силу своих уникальных географических и климатических условий, обладает значительным потенциалом для наращивания объемов производства различных водных биоресурсов. Товарное выращивание новых объектов аквакультуры, оптимизация искусственных экосистем и разработка методов управления их функционированием, может стать совершенно новым перспективным направлением развития агропромышленного комплекса Республики Крым и позволит повысить продуктивность аквакультурных хозяйств, а также внесет определённый вклад в решение актуальной задачи современности – импортозамещения.

В последние десятилетия ежегодное изъятие водных живых ресурсов подошло к своему оптимуму, и в период с 2006 по 2013, согласно официальным статистическим данным ФАО в среднем составило 91 млн. т, в то время как численность населения Земного шара стремительно увеличивается и за последние 50 лет возросло более чем в 2 раза, составив на начало 2016 г. свыше 7,3 млрд. человек [108]. Единственным источником покрытия дефицита белковой пищи водного происхождения является ее искусственное воспроизводство, которое развивается весьма стремительно. Так, за 10 лет с 2004 по 2013 гг. общий объем искусственного воспроизводства гидробионтов (не включая растения) увеличился от 41,9 до 70,2 млн. тонн. Согласно прогнозам, к 2020 году мировой рынок

продукции аквакультуры должен достичь 80,4 млн. тонн, возрастая, в среднем, на 2,0% в год [108].

В настоящее время, по статистике ФАО, во внутренних водоёмах, эстуариях и море культивируется около 600 видов рыб, ракообразных, моллюсков, водорослей и других водных организмов [108].

Важной группой выращиваемых гидробионтов являются десятиногие ракообразные, общий сбор которых в 2013 г. составил 6,7 млн. т, причем основное искусственное воспроизводство ракообразных успешно развивается в странах с тропическим и субтропическим климатом, тогда как в умеренных широтах культивирование этих гидробионтов занимает достаточно скромное место [27, 53]. Среди десятиногих раков по объему производства преобладают креветки, в частности, пресноводные рода *Macrobrachium* (Bate, 1868) [140].

Одним из наиболее изученных видов рода *Macrobrachium* является гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), которая также известна, как гигантская речная или малазийская креветка, получившая на сегодняшний день весьма широкое распространение в мировой аквакультуре, благодаря высоким вкусовым качествам и питательности мяса [139, 144, 145, 154]. Также этот вид обладает значительной диетической ценностью, т. к. его мясо содержит около 35% легкоусвояемого белка.

Гигантская креветка является объектом массового культивирования в странах Юго-Восточной Азии, где издавна велось выращивание этого вида экстенсивным способом. В последние десятилетия проведено множество исследований, касающихся разведения и выращивания пресноводных креветок, в результате которым аквакультура этих гидробионтов вышла на значительно более высокий уровень, благодаря широкому внедрению интенсивных методов и прогрессивных технологий.

Этот вид креветок легко размножается в искусственных условиях, отличается высоким темпом роста и относительно несложным циклом выращивания [60]. При оптимальных условиях культивирования креветка достигает массы: 50 г за 5 месяцев выращивания, 100 г – за 9 месяцев, 150 г – за

год. Самцы заметно превосходят по размеру самок, достигая максимальной длины 33 см и массы 250 г, в то время, как длина самок не превышает 28 см, а масса 200 г [58, 112, 123].

Таким образом, товарное производство гигантской креветки позволит повысить продуктивность крымских аквакультурных хозяйств и даст возможность рационально использовать природно-климатический потенциал полуострова. В связи с этим, необходимо изучение влияния экологических факторов среды на рост, развитие, выживаемость гигантской креветки на всех этапах онтогенеза в условиях культивирования на Крымском полуострове.

Цель и задачи исследования.

Цель работы – изучить аутэкологические аспекты онтогенеза и культивирования гигантской креветки *M. rosenbergii* в условиях Крымского полуострова.

Для достижения поставленной цели были определены следующие *задачи*:

1. Дать оценку влияния экологических факторов на рост, развитие, выживаемость гигантской креветки на различных этапах онтогенеза в условиях культивирования;
2. Исследовать пищевые спектры и оценить пищевую избирательность гигантской креветки на всех стадиях развития;
3. Оптимизировать критерии отбора и условия содержания маточного стада; оценить эффективность репродуктивного потенциала самок гигантской креветки;
4. Оценить влияние микробного загрязнения среды на рост, развитие и выживаемость личинок и молоди, а также на состояние взрослых особей гигантской креветки и выработать рекомендации по оптимизации микробиологических параметров культивирования гигантской креветки в контролируемых условиях;
5. Адаптировать к экологическим условиям Крымского полуострова биотехнологию полного цикла товарного выращивания гигантской креветки.

Научная новизна полученных результатов.

Впервые проведена работа по искусственному воспроизводству и выращиванию гигантской креветки в экологических условиях Крыма. На основе имеющегося мирового опыта и собственных разработок адаптирована, оптимизирована и успешно реализована биотехнология полного цикла товарного выращивания этого вида, как в искусственных экосистемах, так и в природных условиях полуострова. В ходе проведенной работы установлены основные экологические факторы (температура, солёность, плотность посадки животных, микробное загрязнение среды), влияющие на рост, развитие и выживаемость креветок, выращиваемых в условиях замкнутых искусственных систем культивирования и в открытых водоемах Крыма. Выявлено их оптимальное сочетание для улучшения процессов жизнедеятельности креветки. Дана характеристика основных причин заболеваний гигантской креветки на различных этапах онтогенеза в условиях питомника на Крымском полуострове и предложены профилактические мероприятия. Экспериментально исследовано влияние микробного загрязнения среды на рост, развитие, выживаемость и поведенческую активность креветок. Выбран оптимальный микробиологический режим выращивания креветок в контролируемых условиях искусственных экосистем. Доказана высокая эффективность выращивания молоди гигантской креветки при использовании природных источников термальной воды Крымского полуострова.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

На основе исследований, проведенных автором, разработаны методы управления искусственной экосистемой, созданной для воспроизводства гигантской креветки в экологических условиях Крымского полуострова.

Выработаны биотехнические нормативы товарного выращивания гигантской креветки в условиях Крымского полуострова.

Полученные результаты позволяют усовершенствовать биотехнологию культивирования гигантской креветки, полноценно использовать природно-климатические ресурсы полуострова и могут быть использованы при создании фермерских хозяйств современного типа.

Практическое внедрение разработанной технологии культивирования гигантской креветки было произведено в ходе совместного проекта «Исследования в области создания интегрированной инновационной биотехнологии получения экологически чистой продукции (гигантская пресноводная креветка) для развития аквабиоккультуры Крымского полуострова» между Институтом морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН и Южным научным центром РАН (грант РФФИ № 0358100010314000133 от 30 октября 2014 г.; сроком на 2 года).

Результаты исследований могут быть включены в курсы лекций студентам по специальностям «гидробиология» и «экология» в вузах, при подготовке рыбохозяйственных биологических обоснований для организации аквакультурных хозяйств по выращиванию гигантской креветки в условиях Крымского полуострова.

Методология и методы исследования. Сбор и обработка проб проводились стандартными гидробиологическими методами. В работе применяли: гидрологические методы определения параметров среды; инструментальные методы – использование приборов и различных технических средств; биологический и микробиологический анализы; количественные данные обработаны статистическими методами. Основные результаты исследований представлены в таблицах и графиках.

Положения, выносимые на защиту.

1. Оптимизация процесса культивирования гигантской креветки достигается путем создания искусственных экосистем, для которых были подобраны наиболее подходящие значения температуры воды, солености, плотности посадки на различных стадиях онтогенеза данного вида.

2. Природные экологические условия Крыма дают возможность использования: черноморской воды – при культивировании личинок в инкубаторах; геотермальных вод – для выращивания молоди в бассейнах; воды крымских рек – для выращивания товарной продукции в прудах.

3. Лимитирующим фактором для роста, развития и выживаемости креветок при выращивании в установках замкнутого цикла является микробное загрязнение среды.

Декларация личного участия автора. Автор принимала непосредственное участие в сборе и обработке полученных экспериментальных и полевых материалов. Автор самостоятельно обобщила и выполнила научную интерпретацию полученных данных. В работах, опубликованных в соавторстве, вклад соискателя состоял в постановке целей и задач исследований, проведении экспериментов, анализе результатов экспериментов и обобщении полученных данных.

Степень достоверности результатов определяется достаточным объёмом собранного материала, использованием адекватных подходов и методов.

Апробация результатов диссертации. Материалы и основные результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на: Научно-практической конференции: «Устойчивое развитие Азово-Черноморского региона» (Керчь, 2009); VI Международной научно-практической конференции «Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе» (Симферополь, 2011); VII Международной конференции «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона» (Керчь, 2012); VII Международной научно-практической конференции «Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе» (Симферополь, 2013); FAWA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (Trabzon, 2014); Всероссийской научно-практической молодежной конференции «Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной» (Севастополь, 2014); Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Технологический форсайт» (Краснодар, 2014); международной научной конференции «Актуальные проблемы аквакультуры в современный период» (Ростов-на-Дону, 2015).

Результаты наших исследований, успешно апробированы в хозяйственной деятельности ЧП «Био-К» (Севастополь, 2002 – 2003 гг.) и организации креветочного хозяйства на базе Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (Севастополь, 2004 – 2013 гг.). В настоящее время на основании проведенных исследований разработаны рекомендации для ООО «ЭйСиДжи» по созданию сети фермерских хозяйств по выращиванию гигантской креветки в городе федерального значения Севастополе и Республике Крым.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 4 в изданиях, рекомендуемых ВАК.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения, выводов и списка использованной литературы. Работа изложена на 182 страницах, содержит 53 таблиц, 55 рисунков. Список литературы включает 176 источников, из которых 95 – на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность научному руководителю – к.б.н., заведующему отдела планктона А. Р. Болтачеву за руководство, помощь и большое внимание к работе на всех её этапах. За помощь в работе искренне благодарю к.б.н. М. В. Лебедевскую, к.б.н. Н. А. Андрееву, Е. П. Карпову. Особая благодарность хочу выразить к.б.н. З. А. Романовой за ценные советы и замечания, а также за предоставленные фотографии и данные по численности гидромедузы *Sarsia tubulosa* (в период с 2001 по 2003 гг.) в прибрежной зоне Севастополя. Автор благодарна коллегам из НИЦ «Государственный океанариум» за помощь в работе и дружеское отношение.

РАЗДЕЛ 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Систематическое положение гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (рис. 1.1), относится к роду *Macrobrachium* (Bate, 1868) [139, 144, 145, 154]. Это крупнейший род семейства Palaemonidae (Rafinesque, 1815). По разным оценкам, он насчитывает от 130 – 150 [27, 61, 77] до 200 – 240 [133, 140, 172] видов.

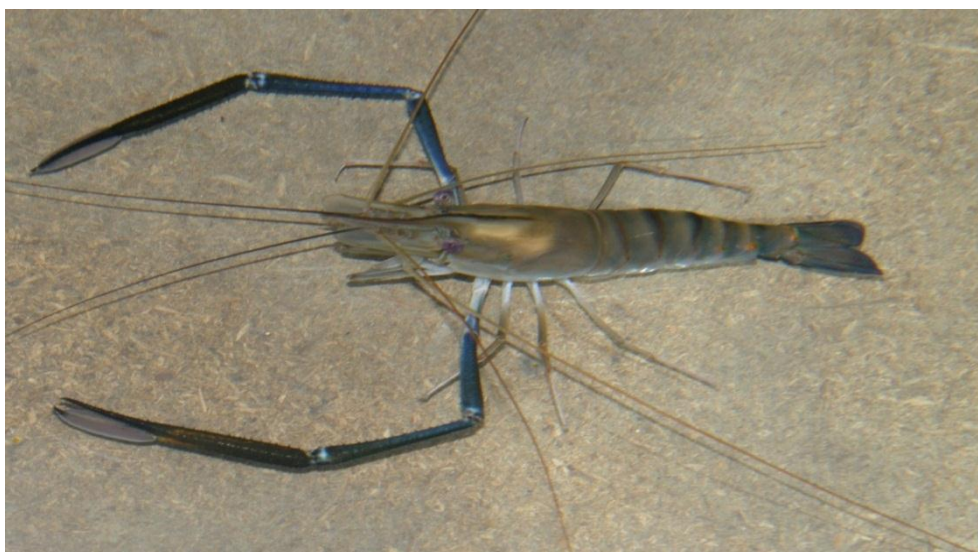


Рис. 1.1. Гигантская креветка (оригинал)

Первые сообщения об этой креветке появились еще в 1705 году [113] и за всю историю исследований научная классификация гигантской креветки претерпела ряд изменений, как на родовом, так и видовом уровне. Ранее она включалась в состав таких родов, как *Astacus* (Fabricius, 1775) и *Palaemon* (Weder,

1795) [126], что же касается видового названия, то в литературе на протяжении многих лет эта креветка была известна как *Palaemon carcinus* (Ortmann, 1891), *P. dacqueti* (Sunier, 1925) и *P. rosenbergii* (Nobili, 1899) и лишь в 1959 году научное название *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) стало общепринятым [113].

У *M. rosenbergii* выделяют два подвида: западный *M. rosenbergii dacqueti* (Sunier, 1925) и восточный *M. rosenbergii rosenbergii* (De Man 1879) [27, 60, 141]. Западный подвид характерен для восточного побережье Индии, а также для Таиланда, Малайзии, Индонезии, Суматры, Явы и Калимантана. Креветки восточного подвида, обитают на Филиппинах, Сулавеси, Ириан-Джая, Папуа-Новой Гвинеи и в северной Австралии [141]. Различаются эти подвиды по ряду признаков: скорости роста, особенностям личиночного развития, устойчивости молоди к абиотическим факторам [60]. Несмотря на имеющиеся различия, креветки этих подвидов свободно скрещиваются, давая жизнестойкое потомство [80].

1.2. Морфология гигантской креветки

Внешнее строение креветок. Тело гигантской креветки состоит из 21 сегмента и разделяется на три основных отдела: головогрудь, абдомен и тельсон (рис. 1.2).

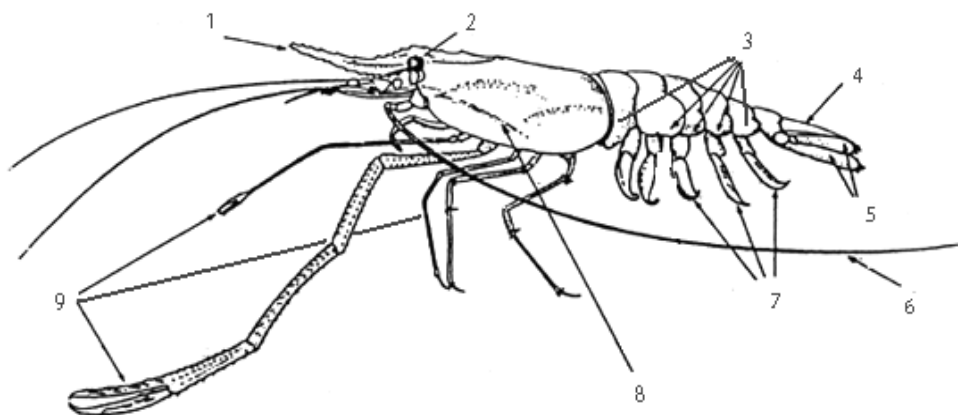


Рис. 1.2. Строение гигантской креветки: 1 – рostrум, 2 – глаз, 3 – плевры, 4 – тельсон, 5 – уроподы, 6 – антенна, 7 – плеоподы, 8 – карапакс, 9 – переоподы [143]

Каждый отдел снабжен придатками в виде выростов и конечностей различного функционального предназначения. Как сегменты тела, так и их придатки покрыты панцирем [44].

Головогрудной отдел (цефалоторакс) креветки включает в себя первых 13 сегментов тела, которые покрыты как сверху, так и по бокам несегментированным панцирем – карапаксом [26]. Передний конец карапакса вытянут в шиповидный рostrум, острый на конце. У этого вида очень длинный рostrум, выгнутый вверх, на дорсальной стороне которого обычно 11 – 14 шипов, на вентральной – 8 – 10 шипов (количество зубцов на нижней стороне рostrума является важным видовым признаком) [140]. По бокам от основания рostrума расположены стебельчатые глаза. В глазном стебельке находится несколько органов внутренней секреции. Их выделяющиеся в кровь гормоны регулируют расположение пигмента в клетках, процесс линьки, обмен веществ. Для креветок характерно «мозаичное зрение» из-за сложного строения глаз (каждый глаз состоит из большого количества фасеток, число которых увеличивается с возрастом).

У креветок имеются две пары усов. Длинные усы (антенны) содержат особые чувствительные щетинки, которые легко улавливают колебания воды и

являются органами осязания и обоняния. Под ними находятся короткие усы (антеннулы) – орган восприятия химических раздражений.

Из 8 пар грудных конечностей 3 передние превращены в ногочелюсти. Они принимают участие в удержании пищевых частиц и передаче их к ротовому отверстию. Остальные 5 пар грудных ног (переоподы) служат главным образом для передвижения. Две передние пары ходильных ног у креветок превращены в клешни, которые они используют для захвата пищи, обороны, очистки поверхности тела. У самцов клешни, гораздо крупнее, чем у самок [76, 140]. Переоподы интересны тем, что левая и правая ноги каждой пары движутся независимо друг от друга.

К органам цефалоторакса также относятся околоротовые конечности, которые преобразованы в челюсти. У креветки их три пары: две нижние и одна верхняя. Верхние челюсти – мандибулы или жвалы – всегда мощные и служат для перетирания и разрывания пищи. Вторая пара нижних челюстей (максиллы) имеет крупную наружную лопасть – скафогнатид, основное назначение которого приводить в движение воду и загонять ее в жаберные камеры. Таким образом, скафогнатид участвует в процессе дыхания.

Абдомен (брюшко) у креветки образован семью сегментами, включая последний видоизмененный сегмент – тельсон. На брюшных сегментах расположены плавательные ножки – плеоподы, их пять пар. Последний брюшной сегмент несет парные уроподы, образующие вместе с тельсоном хвостовой веер. Первичная функция плеоподов плавательная, кроме этого, они участвуют в процессе размножения. У самцов вторая пара плеоподов частично преобразована в совокупительный орган, а самки на плеоподах откладывают икру [60, 77].

Окраска у гигантской креветки достаточно разнообразна, но чаще всего преобладают серо-зеленые или голубоватые тона [71]. Большое значение при этом имеет способность креветки менять свой цвет в зависимости от окружающего фона.

Внутреннее строение креветок характерно для десятиногих раков и представлено: системой пищеварения, кровообращения и газообмена; органами выделения и размножения; мышечной системой и железами внутренней секреции [19, 26, 60].

Пищеварительная система состоит из желудочно-кишечного тракта (включает три отдела: передний (состоящий из пищевода и желудка), средний и задний) и пищеварительной железы (гепатопанкреас), которая совмещает функции печени и поджелудочной железы [44]. Процесс пищеварения начинается с попадания пищи в ротовое отверстие при помощи ногочелюстей, где она дробится челюстями. Через пищевод измельченная пища поступает в желудок, где подлечит конечному размельчению. Далее через пилорическую часть желудка она проталкивается к средней кишке, та часть пищи, которую не удастся креветке размельчить, выталкивается в обратном направлении через рот. Средняя кишка связана с пищеварительной железой, при участии которой протекает процесс переваривания. По мере продвижения пищи по средней кишке совершается всасывание. Непереваренные остатки перистальтическими движениями мышц задней кишки выбрасываются наружу через анальное отверстие.

Органы дыхания креветок представлены жабрами, которые расположены в жаберных полостях под карапаксом. Начинаются жабры у основания ногочелюстей и заканчиваются у основания ходильных ног. К жаберной полости вода поступает через щель между головным отделом и грудью, а выталкивается с противоположного конца. При этом направление движения воды может периодически меняться. В жабрах осуществляется обмен газов и насыщение кислородом крови [19, 44].

Кровеносная система относится не к замкнутому типу. Сердце расположено в окологрудной сумке под карапаксом в заднем отделе головогруды. Оно представляет собой мускулистый мешок многогранной формы. Кровь представляет собой почти прозрачную жидкость. Нервная система состоит из парного головного мозга, окологлоточных коннектив и пары брюшных нервных

стволов с ганглиями в каждом сегменте. Ганглии представляют собой ряд утолщений вытянутых в цепочку.

Органом равновесия у креветок являютсястатоцисты, которые располагаются у основания первых антенн и открываются наружу. В качестве статолитов в них используются песчинки, которые во время линьки животных обновляются.

Органами выделения у креветки являются антеннальные (функционируют у взрослых особей) и максиллярные (функционируют на личиночных стадиях) железы, функции которых аналогичны почкам позвоночных животных.

Гигантская креветка – раздельнополый гидробионт. Самцы, как правило, крупнее самок (говогрудь и абдомен самок ровнее и тоньше, чем у самцов) [60, 77]. Отличительной особенностью самцов гигантской креветки является наличие сильно развитых клешней, с помощью которых он удерживает самку в процессе спаривания.

Половые органы самок представлены яичниками (парные органы). Каждый яичник состоит из двух симметрично расположенных полостей и короткого яйцевода, которые находятся в головогрудном отделе, дорсально по отношению к желудку и пищеварительной железе [111]. Гонопоры (половые отверстия) у самок располагаются между переоподами третьей пары. Половые органы самцов представлены семенниками (парные образования), расположенные аналогично яичникам самки, семенными протоками и гонопорами (половые отверстия), которые находятся на коксоподите пятой пары переопод.

Процесс спаривания происходит между половозрелыми особями, по окончании процесса линьки у самки (самец должен иметь твердый хитиновый покров). Оплодотворение наружное [140]. Плодовитость этого вида прямо зависит от массы самки и по мере ее увеличения возрастает от 20000 до 150000 яиц [1, 60, 77].

1.3. Особенности экологии жизненных циклов и распространения гигантской креветки

Эмбриогенез. Спустя несколько часов после оплодотворения происходит откладка яиц. По одним источникам этот промежуток составляет от 5 до 10 часов [77], по другим – от 3 до 20 часов [60]. Самки креветки откладывают икру на плеоподы (плавательные ножки) и вынашивают ее в течение всего периода развития эмбрионов [77]. Продолжительность эмбриогенеза зависит от температуры и уменьшается от 32 до 19 суток при увеличении температуры от 22 до 30°C [52]. Оптимальная температура для эмбриогенеза 28 – 29°C.

В процессе эмбриогенеза цвет яиц в кладке меняется от ярко-оранжевого до темно-коричневого или серого. Достаточно прозрачная оболочка яйца позволяет следить за дифференциацией зародышевого диска в ходе деления и формирования органов (рис. 1.3).

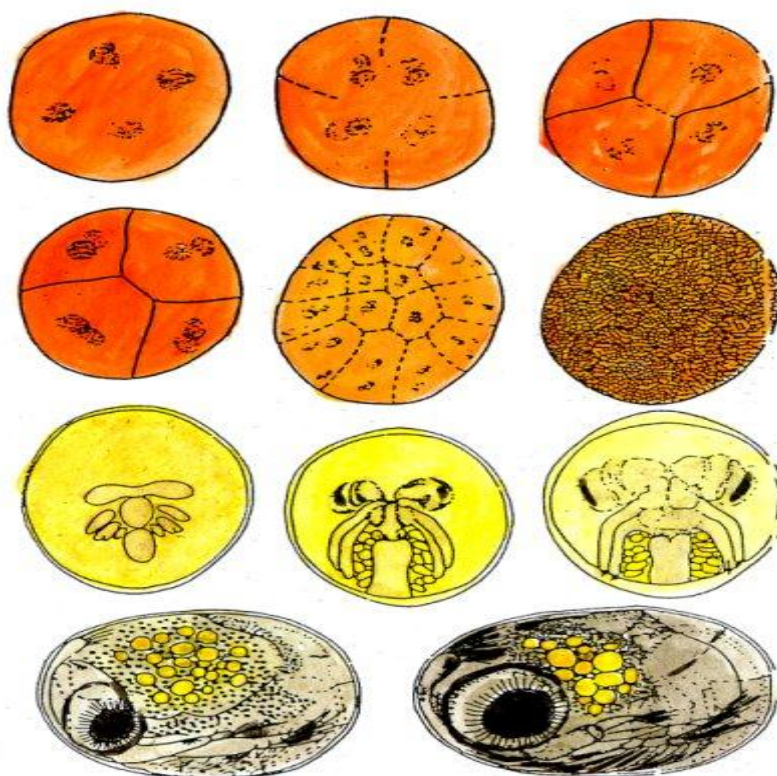


Рис. 1.3. Эмбриональное развитие гигантской креветки [75]

По мере развития эмбрионов характеристика яиц изменяется. В экологических исследованиях обычно выделяют следующие группы яиц: только что оплодотворенные и прикрепленные к плеоподам, на стадии до образования эмбрионального глаза, с ясно различимым пигментом глаза и полностью сформированным эмбрионом. В эмбриональном развитии происходит обводнение и увеличение размеров и массы яиц у креветок [78].

У самок креветок во время эмбриогенеза часть яиц по различным причинам (различные заболевания, обрастания эпибионтами, механическое повреждение и т. д.) погибает [37, 89]. Потери яиц в процессе развития эмбриона составляют от 31 до 40% от общего количества яиц в кладке [60, 90, 109]. Кроме того, потери яиц отмечались при пересадке самки в отдельный аквариум перед выходом личинок. Такие потери составляют не менее 10% от оставшихся яиц. Завершается эмбриогенез выходом личинок из икры.

Личиночное развитие – наиболее сложный и уязвимый этап онтогенеза гигантской креветки. Этот период характеризуется максимальной смертностью, которую вызывают болезни, хищники – планктофаги, низкое качество воды [60, 77]. Нормальное развитие личинок протекает в стенобионтных условиях среды обитания. Отклонение от оптимальных параметров приводит к массовой гибели личинок [69, 88].

Личинка выходит из яйца на стадии зоеа (zoea), для которой характерно разделение тела на головогрудь, сегментированное брюшко и слабо развитые конечности. Выклев личинок происходит в темное время суток и длится от нескольких часов до 2 суток. Наибольшее количество личинок (80%) появляется в первую ночь [1]. Переход к последующей новой стадии происходит в результате линек, во время которых личинки активно растут. Всего для гигантской креветки характерно 11 стадий личиночного развития (рис. 1.4). На начальной стадии длина личинок составляет около 2 мм, в конце метаморфоза они вырастают до 7,75 – 9,25 мм [11]. Личинка ведет планктонный образ жизни.

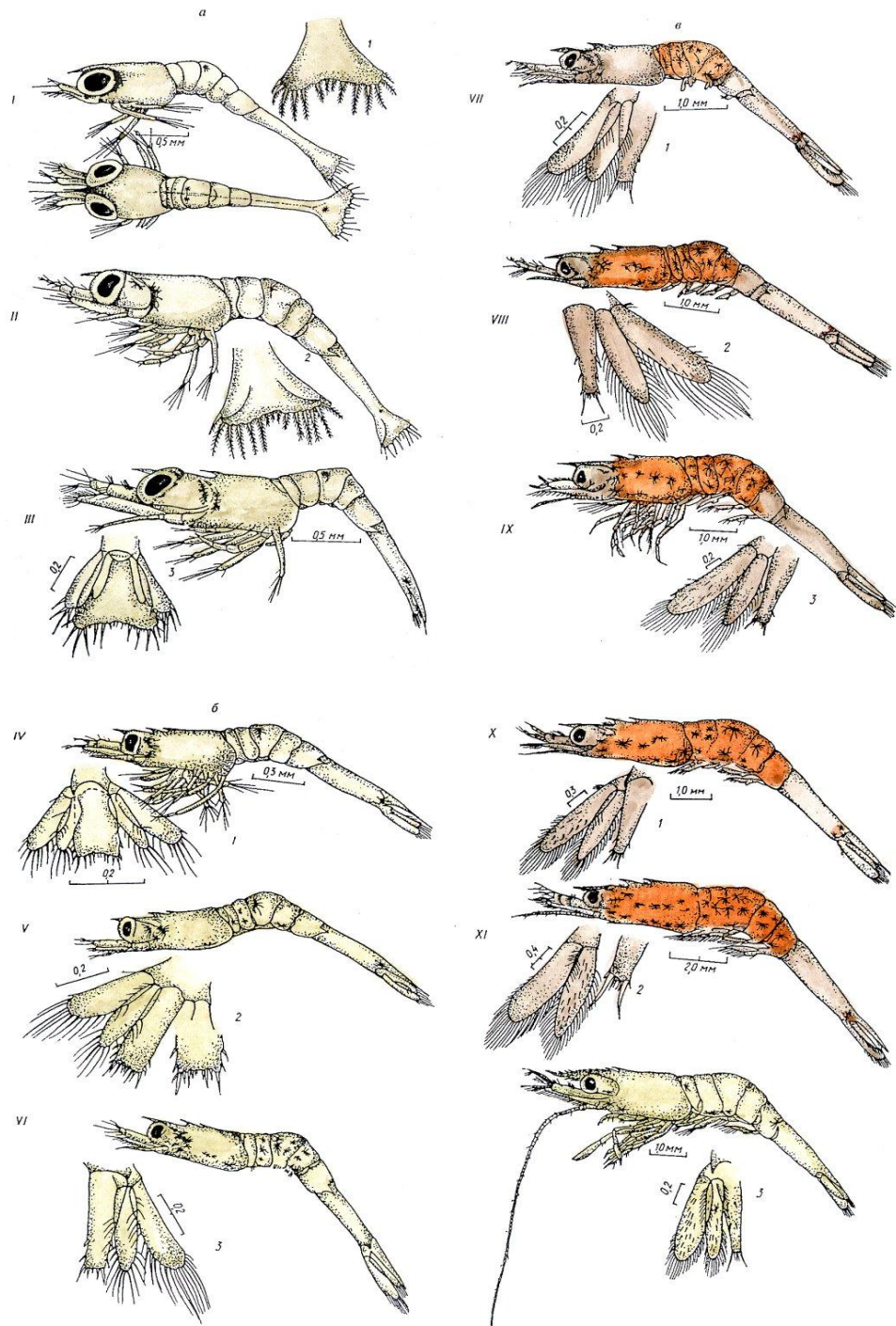


Рис. 1.4. Личиночное развитие гигантской креветки: I–XI стадия зоеа и постличинка [166]

Продолжительность личиночного развития составляет от 25 до 45 суток в зависимости от условий среды в частности от температурного режима и солености воды [8, 72, 78, 107, 155]. Прохождение всех стадий личиночного развития от выклева до постличинки происходит только в солоноватой воде с соленостью от 10 до 20‰ [52]. Температура воды, благоприятная для роста и

развития гигантской креветки, находится в пределах 28 – 32°C. Повышение температуры более 35°C и понижение менее 18°C действует летально на личинку [95, 118].

При оптимальном сочетании этих показателей первые постличинки появляются через 16 – 18 суток [146]. Выживаемость личинок в природе обычно не превышает 1% [60, 120]. В условиях аквакультуры выживаемость личинок составляет 10 – 50% [103, 119].

Ювенильная (постличиночная) стадия наступает после завершения личиночного метаморфоза. Постличинка ведет уже донный образ жизни. На начальном этапе она характеризуется частыми линьками и быстрым ростом [2]. По своему строению и образу жизни постличинки уже мало отличаются от взрослых особей.

Некоторые исследователи выделяют три стадии постличиночного развития: постличиночное, ювенильное и рост молодежи [120]. Поскольку границы между этими этапами развития достаточно условны, в схеме жизненного цикла правильнее рассматривать один ювенильный период, не подразделяя его на более короткие этапы. Этот вид характеризуется коротким ювенильным периодом, который, по данным разных авторов, продолжается от 3 до 8 месяцев [104, 146]. Выживаемость постличинок выше, чем личинок и составляет 50 – 70% [120, 157].

Половозрелая стадия. В возрасте 4 – 5 месяцев креветки достигают половой зрелости: самки при длине тела 150 мм (масса 25 г), самцы – 150 мм (масса 35 г). Отдельные самки созревают при длине тела 80 мм, а самцы – при 100 мм [3, 120]. Взрослые особи, также как и постличинки, ведут бентосный образ жизни. Для них характерна активность в сумеречное и ночное время.

Взрослые особи живут в пресной воде, предпочитая тихие заводи с песчаным или каменистым дном, встречаются в зарослях растений и под корягами [80]. Для нереста самки мигрируют в эстуарии, поскольку прохождение всех стадий личиночного развития от выклева до постличинки происходит только

в солоноватой воде с соленостью от 10 до 20‰ [52]. Температура воды, благоприятная для роста и развития гигантской креветки, находится в пределах 28 – 32°C. Линейный рост данного вида прекращается при 21°C [40, 95, 110]. Температура ниже 13°C и выше 37°C приводит к гибели взрослых особей [165]. Оптимальными условиями для креветки считаются: рН среды – 7,5 – 8,0 [76]; количество растворенного кислорода около 70%; концентрация нитритов – 0,1 мг/л, концентрация нитратов – 20 мг/л; фоторежим 12:12 [58, 80]. Благоприятно сказывается на развитии креветок высокое содержание кальция в воде [82]. Продолжительность жизни гигантской креветки невелика и составляет 3 – 4 года [155].

По типу питания гигантская креветка относится к полифагам, которые способны питаться любым животным и растительным кормом, а также детритом в зависимости от состава местной флоры и фауны [7].

Естественный ареал гигантской креветки охватывает многие страны Индо-Восточной Азии от Северо-Западной Индии до Вьетнама, Малайзию, Индонезию, Северную Австралию, Филиппины, Новую Гвинею [91, 112].

1.4. Мировой опыт культивирования гигантской креветки

Первые разработки технологии культивирования гигантской креветки были начаты в конце 50-х – начале 60-х годов в Малайзии [128], откуда половозрелые особи креветки были завезены на Гавайи, где работы по искусственному выращиванию были продолжены и получили широкое развитие [127].

В 1970 – 1980 годах проводилась специальная программа ФАО по развитию аквакультуры гигантской креветки в странах Юго-Восточной Азии, что было обусловлено следующими определяющими фактами [10, 46]:

1) данный регион – естественный ареал этого вида креветки и здесь она является традиционным объектом промысла и культивирования;

2) возможность применения экстенсивных методов – процесс культивирования сводится к выпуску креветок на выростные площади (рисовые чеки, мелкие пруды, огороженные естественные участки моря и др.) и к их вылову через определенное время. Подрост креветок происходит на естественной кормовой базе выростного участка [13];

3) благоприятными климатическими условиями тропической зоны, позволяющими собирать 2 – 3 урожая в год;

4) дешевой стоимостью выростных площадей и рабочей силы.

В результате реализации этой программы аквакультура креветок для многих развивающихся стран стала не только средством повышения занятости населения и производства белковой продукции для внутреннего потребления, но и важным источником экспорта в развитые страны и получения прибыли.

С 90-х годов аквакультура гигантской креветки стала развиваться и в странах с умеренным климатом. Это было связано с тем, что в результате различных заболеваний резко снизилось производство морских креветок на мировом рынке, а пресноводные креветки, по сложившемуся мнению, относительно менее восприимчивы к заболеваниям [150]. Кроме того, были достигнуты большие успехи в разработке интенсивных технологий культивирования этого вида креветки, благодаря привлечению к этим работам крупных университетов и других научных центров в США, Австралии, Новой Зеландии, Израиле, Китае и Индии [140].

Производство гигантской креветки в последние годы стало наиболее активно развивающимся сектором аквакультуры. Согласно оценкам ФАО ООН мировое производство этой креветки в начале 80-х годов прошлого столетия составило менее 3000 тонн в год. Спустя три десятилетия, в 2009 г. общий годовой объем продукции аквакультуры всех видов пресноводных креветок вырос до 444 000 тонн (2,2 млрд. долл. США) [142].

В настоящее время культивированием гигантской креветки занимаются более чем в 40 странах мира. Около 92% продукции выращивается в Юго-Восточной Азии (Китай, Бангладеш, Тайвань, Вьетнам, Индия, Малайзия, Индонезия, Филиппины и др.), примерно 7,7% (2200 – 2400 т/год) – в Северной, Центральной и Южной Америке (США, Эквадор, Мексика, Гондурас, Бразилия, Колумбия и др.), всего 0,2% производится в Африке и 0,1% в Тихоокеанском регионе. Активно развивается производство гигантской креветки в Израиле и Египте, а также начало отработки этого процесса положено в Саудовской Аравии.

В СССР первые опыты по выращиванию гигантской креветки были осуществлены в Институте зоологии АН Белоруссии в 1977 году. Исследования проводились в условиях водоема-охладителя Березовской ГРЭС. Результаты экспериментов показали возможность получения личинок и подращивание молоди с использованием сбросных подогретых вод [33, 38, 76]. Белорусскими учеными был выработан ряд практических рекомендаций по акклиматизации и культивированию пресноводных креветок [75].

В 1993 – 1995 гг. во Всероссийском научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства также занимались разработкой технологии культивирования гигантской креветки в установках с замкнутым циклом водоснабжения и в водоемах-охладителях Подмосковья [27].

С 1991 г. началась работа по разведению этого вида креветки в Каспийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства (г. Астрахань) [72]. Наиболее успешным стали работы, проводимые ООО «Аквакультура» (г. Астрахань), которое освоило все звенья технологического цикла и в 1997 г. начало товарное выращивание гигантской креветки в прудах рыбоводных хозяйств Астраханской области в летний период. В 1999 г. ими получена первая товарная партия объемом в 500 кг, а в 2000 г. было выращено 6 тонн креветки [58, 60]. В настоящее время в Астрахани действует несколько предприятий по выращиванию креветок – ООО «Аквакультура», ООО «Рондо» и научно-внедренческое производственное предприятие ООО «Шримп-консалтинг» [18, 25, 27, 58, 68].

В Украине первые эксперименты по культивированию гигантской креветки были начаты в 2000 году на базе «Государственного Океанариума» (г. Севастополь) при участии специалистов Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского и непосредственно соискателя. Производители и жизнестойкая молодь креветки были завезены из Астраханских рыбоводческих предприятий. За более, чем 10-летний период была отработана технология полного цикла выращивания данного вида гидробионта [63].

В 2001 – 2003 гг. ЧП «Био-К» в городе Севастополе, при участии специалистов ИнБЮМ и соискателя проводились мероприятия по практическому внедрению интенсивной промышленной технологии производства гигантской креветки. За данный период была освоена технология производства жизнестойкой молоди креветки с использованием замкнутого цикла водоснабжения, и технология товарного выращивания креветок в прудах на юго-западе Крыма [65, 81].

В 2001 г. по инициативе частного предприятия ООО «Аквапродукт» были начаты работы по воспроизводству и выращиванию гигантской креветки в Херсонской области (юг Украины). Для этих целей в России (г. Астрахань) закупили технологию производства и маточное поголовье креветки в количестве 65 особей (25 самцов, 40 самок) [73]. Воспроизводство и подращивание молоди креветки производили в условиях УЗВ, выращивание товарной креветки осуществляли в земляных спускных прудах. Производилось выращивание без кормления, в прудах с песчаным грунтом, продуктивность составила 200 кг/га.

1.5. Состав кормов и пищевая избирательность гигантской креветки в аквакультуре

При искусственном воспроизводстве обязательным условием эффективного выращивания полноценного посадочного материала и товарной продукции

креветки является использование высококачественных сбалансированных кормов. Качество комбикормов, их состав, особенности технологии кормления существенно влияют на важнейшие биологические показатели – выживаемость гидробионтов, скорость роста, физиологическое состояние и здоровье [60].

Искусственные корма имеют много преимуществ, которые заключаются в контролируемости состава и консистенции, удобстве в применении и дозировке, а, при необходимости, в них легко добавлять минеральные вещества, витамины и лекарственные препараты. Креветки охотно поедают искусственные корма даже при наличии естественной пищи. Без дополнительного кормления рост креветок лимитируется развитием естественной кормовой базы, что не позволяет применять высокие плотности посадки. Вид корма влияет на величину и скорость прироста массы, а также на время полового созревания. Естественные корма в этом отношении имеют преимущество по сравнению с искусственными, а именно, при использовании первых наблюдается более раннее созревание самок, более высокий генеративный и соматический рост. Однако, наибольший прирост наблюдается при смешанном питании в результате одновременного применения искусственных и естественных кормов [36, 139, 140].

Практика искусственного разведения гигантской креветки показала, что жизнеспособность выращиваемой молоди зависит от степени обеспеченности кормами, равноценными ее пищевым потребностям, особенно в период перехода на активное питание [7]. На сегодняшний день, к сожалению, не существует полноценного искусственного корма, который обеспечил бы быстрый рост личинок и высокую выживаемость на первых этапах постэмбрионального развития [32]. Поэтому использование живых кормов, по-прежнему актуально и при выращивании личинок для этих целей наиболее часто используют науплисы артемии (*Artemia salina*) [35, 60, 77].

A. salina является весьма калорийной пищей. Калорийность 1 г сухого вещества составляет 3,8 ккал. В теле артемии содержится белков – 57%, жира – 18,4%, углеводов – 5,2%, воды – 86% [21, 79].

Исходная культура артемии может быть выведена из покоящихся яиц, сбор которых в естественных условиях не представляет трудностей. Основным местом для заготовки яиц артемии в Крыму являются заливы и лагуны Сиваша на Азовском море и многочисленные соленые озера полуострова, а на континентальной части России их добывают в Приаралье, соленых лиманах и озерах бассейна Каспийского моря и в соленых озерах Западной Сибири. Яйца собирают после летнего высыхания водоема, когда вследствие повышения солености воды они всплывают на поверхность. Сдуваемые ветром яйца накапливаются в огромном количестве у берегов, образуя широкие полосы толщиной до 20 см [14, 79].

Яйца артемии, собранные осенью в местах обитания рачка и помещенные в соленую воду, дают весьма низкую величину выклева. Она колеблется от 7 до 10%. Выклев же из перезимовавших яиц, собранных на тех же акваториях весной, значительно выше и достигает 75%. Очевидно, в течение осенне-весеннего периода находящиеся в природной обстановке яйца проходят процесс активации, в результате которого большинство яиц выходит из состояния покоя и приобретает способность к развитию. Увеличению процента выхода личинки из цист осеннего сбора помогает замораживание и размораживание яиц за неделю до получения из них науплиусов [14, 57].

Благодаря минимальным размерам, мягкому наружному покрову и высокой пищевой ценности науплиусы артемии с успехом применяют для кормления личинок уже со второго дня их жизни. Кормить личинок рекомендуется не реже 4 раз в сутки, в таком количестве, чтобы перед следующим кормлением плотность науплиусов артемии была не ниже 1 экз./мл [35]. Еще одна особенность артемии – это способность покоящихся яиц сохранять жизнеспособность в течение длительного периода времени, что позволяет получать стартовые живые корма в заданные сроки и в нужном объеме. Однако высокие цены на яйца артемии, делают корма для личинок одной из самых затратных статей аквакультуры [85, 124, 134].

Одним из возможных путей решения данной проблемы является замена дорогостоящих цист артемии на экономически рентабельные местные виды корма [76]. В странах Юго-Восточной Азии наряду с науплиусами артемии широко применяются коловратки, дафнии, икра рыб, кусочки зерен злаков [126]. В Индии в качестве дополнительной пищи используют вареные яйца, протертую икру рыб, пшеничную и кукурузную муку [117].

Анализ литературных данных показал, что при культивировании личинок креветок в условиях аквакультуры можно применять разнообразные кормовые добавки, в том числе и специализированные комбикорма. Однако на начальных этапах метаморфоза (первых шесть личиночных стадий) в рационе креветки обязательно должны использоваться живые корма [106, 124].

Существует несколько подходов к кормлению креветки, зависящих от степени интенсивности хозяйства и конкретных условий культивирования. При выращивании креветок в монокультуре при высоких плотностях посадки в пруды 1 – 2 раза в сутки вносят корма из расчета суточной нормы от 5 до 40% от биомассы креветок, в зависимости от их возраста и качества корма. Поскольку креветки всеядны, качественный состав кормов может быть весьма разнообразным: в него могут входить рыбная мука, креветочная и мясокостная мука, кровяная мука, мука из арахиса и сои, из копры, акации, трока, люцерны, пшеницы, кукурузы, хлопковых семян и так далее. Проведившиеся исследования по изучению влияния различных искусственных кормов на рост молоди креветок показали, что лучшие результаты дают корма, в состав которых входит рыбная мука (34%), кукурузная мука (17,9%), соевая мука (34,8%), мука из панцирей креветок (5%), соевое масло (5%) и витамин С (0,3%). Гигантские креветки могут заглатывать относительно большие гранулы корма, поэтому хорошие результаты дает выращивание их на стандартных промышленных кормах для цыплят или на некоторых кормах для рыб, особенно с различными белковыми, витаминными и минеральными добавками. В небольших креветочных хозяйствах в качестве кормов часто используются различные отходы сельского хозяйства – например, гнилые фрукты, креветочные головы, сорную рыбу и так далее [35, 140].

Большое значение имеет форма подачи корма. Отмечалось, что при использовании гранулированных кормов рост креветок был в два раза больше, чем при кормлении, тем же кормом в растертом виде.

Наиболее важный момент – это определение потребностей креветок в разнообразных питательных веществах. При выращивании креветок используют искусственные корма с содержанием белка не менее 30% и липидов не менее 5%, норма корма до 30 кг/га/сутки [114, 129].

1.6. Проблемы искусственного воспроизводства гигантской креветки

В настоящее время большинство ферм сталкиваются с множеством проблем, которые в разной степени отражаются на урожайности гигантской креветки. Важную роль в этом играют специфические заболевания данной креветки, которые приводят к уменьшению роста производства и, как результат, огромным экономическим потерям.

Креветки подвержены различным заболеваниям вирусной, бактериальной, грибковой природы. Они поражаются микроспоридиями, нематодами, трематодами, цестодами, некоторыми видами инфузорий и ракообразных [71]. Несоблюдение биотехнологических норм при искусственном выращивании креветок создают дополнительные предпосылки для возникновения и развития различных инфекционных и паразитарных заболеваний.

Многие из тяжелых заболеваний, вызваны организмами, которые являются частью нормальной микрофлоры и фауны десятиногих ракообразных, т.е. являются, по сути, условно-патогенными и вызывают болезни только в условиях, провоцирующих их к патогенности (болезнетворности).

Среди бактерий как патогенную форму особо выделяют *Leucothrix mucor*. Нитчатая бактерия *L. mucor* широко распространена в морской среде. В естественных условиях на кутикулярных покровах ракообразных *L. mucor* поселяется вместе с другими водорослями и бактериями [48, 105, 149].

L. mucor за несколько недель способна размножиться в огромном количестве, поражая переоподы, антенны и жабры креветок. В условиях интенсивного выращивания, в первую очередь, личинок и молоди, поражения жаберного аппарата может вызвать гибель креветок в результате нарушения газообмена и гипоксии. Болезни подвержены не только взрослые особи и личинки (рис. 1.5) (так, из-за большого количества нитей *L. mucor* нарушаются сенсорные и зрительные свойства личинок), но и икра (замедляются обменные процессы через оболочку икры) [92, 145].

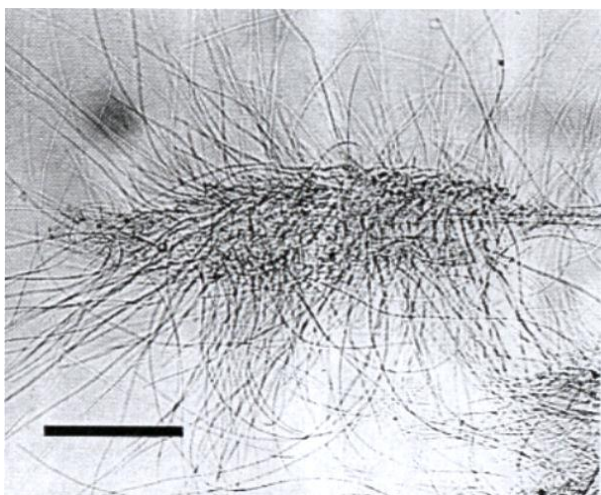


Рис. 1.5. Дистальная часть экзопода поздней стадии личинки гигантской креветки с тяжелым поражением нитчатыми бактериями *Leucothrix sp.* (микрофотография) [162]

Среди эпибионтов у гигантской креветки встречаются водоросли *Lyngbya sp.*, грибы *Aphanomyces sp.*, *Achyla sp.*, инфузории *Epistylis sp.* (рис. 1.6) *Zoothamnium sp.*, *Vorticella sp.*, *Acineta sp.*, *Ephelota sp.*, *Tokophrya sp.* и другие [98, 137, 162].



Рис.1.6. Часть колонии *Epistylis sp.* [162]

При низкой численности организмов эффект негативного воздействия минимальный или отсутствует вовсе. Эпобионты не нарушают целостность кутикулы, прикрепляются только к поверхности, не вызывая воспалительной реакции хозяина. Однако высокое содержание пищи способствует быстрому размножению указанных организмов, провоцируя эпизоотии. Особенно восприимчивы к вспышкам обрастаний личиночные стадии. При высокой интенсивности большое значение имеет локализация эпобионтов. Обрастания снижают процесс газообмена в жабрах, ослабляют зрение, создают препятствия во время плавания, питания и проблемы во время линьки.

Наиболее распространенным заболеванием, характерным для многих видов как пресноводных, так и морских ракообразных, является болезнь "черные пятна". Она может быть бактериальной, грибковой или смешанной этиологии, и к ней восприимчивы все стадии развития гигантской креветки [64, 162].

Характерный внешний признак болезни – различные по величине и локализации пятна (от коричневых до черных) на теле креветок – следствие действия ряда бактерий.

По данным зарубежных исследователей, бактериальная флора, выделенная из некрозов на теле креветок, пораженных заболеванием "черные пятна" (рис. 1.7, 1.8), представлена такими видами, как *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. sorbia*, *Edwardsiella tarda* и *Pseudomonas fluorescens* [98, 159, 173, 175]

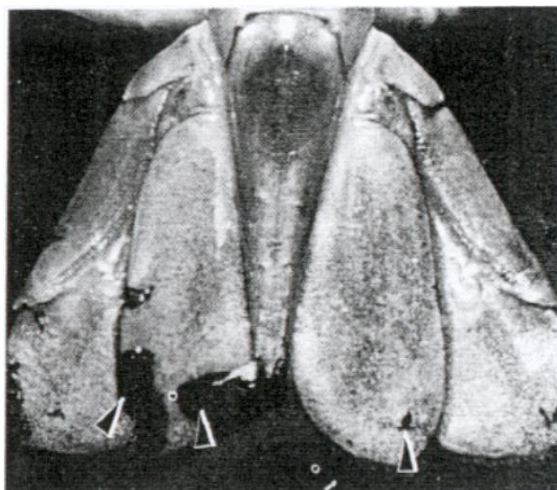


Рис. 1.7. Меланизация (стрелки) уropод гигантской креветки [162]

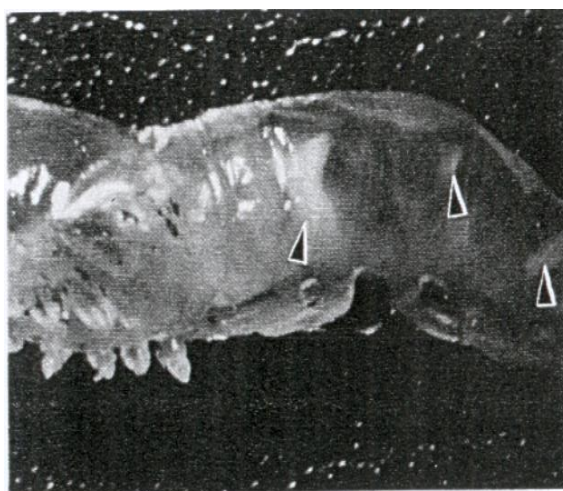


Рис. 1.8. Многоочаговое поражение кутикулы абдоминальных сегментов гигантской креветки [162]

При исследованиях зараженных особей гигантской креветки в аквакультуре Тайваня были выделены грамположительные бактерии: *Enterococcus sp.*, а также *Staphylococcus aureus*, *A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. sorbia* и *Clostridium perfringens*, *C. botulinum* [98, 99, 100, 167, 168]. На фермах Индии при изучении больных креветок был выделен ряд патогенов: *S. aureus*, *Salmonella typhi*, *S. paratyphi*, *Klebsiella oxytoca*, *P. aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Lactobacillus vulgaris*, *Vibrio cholerae*, *V. vulnificus*, *V. harveyi*, *V. alginolyticus* и *K. pneumonia*, а также выявлено *Staphylococcus sp.*, *Escherichia coli* и *Proteus sp.* [48, 82, 84, 122,

161, 169, 174]. Некоторые из выделенных бактерий являются обычными обитателями воды и лишь утилизируют некротические продукты предыдущих повреждений кутикулы. Факты обнаружения бактерий последней группы является результатом загрязнения окружающей среды и отсутствием санитарного контроля на фермах. Разного рода увечья и смертность креветок зависят от места и степени охвата некрозом поверхности тела [94, 121, 162].

Некротические очаги, образующиеся при болезни "черные пятна" на теле креветок, могут быть проводниками вторичной бактериальной инфекции. Результатом такого смешанного поражения может стать летальная септицемия. Кроме того, проникновение инфекции в глубокие пласты тканей вызывает гибель креветок в период линьки. Это связано с тем, что в результате воспалительной реакции на карапаксе, креветка не может нормально полинять. Вовлечение грибов *Fusarium sp.* в процесс повреждения кутикулы приводит к летальному исходу особи [83, 93, 122]. Креветок с такой инфекцией в процессе культивирования выбраковывают и уничтожают.

Бактериальная септицемия или бактериальный грамотрицательный сепсис вызывается обычно проникновением грамотрицательных бактерий во внутренние ткани креветок. Заражение происходит через кишечник или во время линьки. Среди бактерий, вызывающих данное поражение, отмечен вид *V. parahaemolyticus*, который является опасным для человека [160, 162, 176]. Заражение может произойти при контакте человека с больными креветками и при употреблении некачественной продукции. В основном бактериальную септицемию креветок отмечают в теплые сезоны при плохом качестве воды [130].

При культивировании гигантской креветки в условиях питомника важное значение имеют микробиологические показатели среды выращивания. Например, уровень общего микробного числа в гемолимфе креветок напрямую зависит от бактериального загрязнения воды в емкостях для их содержания. Содержание взрослых креветок в воде с общим микробным числом (ОМЧ) – 10^6 кл./мл вызывает бактеримию с появлением в гемолимфе ОМЧ от 10 до 10^3 кл./мл [137].

Анализ микрофлоры креветок, культивируемых в штате Алабама, показал присутствие бактерий в гемолимфе у всех особей, имеющих те или иные травмы [86]. Так, повышение ОМЧ в гемолимфе ювенильных особей до 10^7 кл./мл, вызывает их гибель уже через 4 часа после заражения.

Микробиологические исследования выращиваемых в Китае гигантских креветок показали значительную зараженность их кишечной палочкой *Esherichia coli*. Внешне креветки выглядели здоровыми, но гистологическое исследование показало массовое проникновение бактерий вглубь кутикулы [83, 116, 169].

Известны находки кислотоустойчивых микобактерий у этого вида креветок, культивируемых в питомниках Австралии. Микобактериальные гранулемы содержались в сердце, жабрах, мышцах и антенальных glandax. Некротические центры содержали многочисленные грамположительные бактерии *Mycobacterium granulomas* [93, 162]. Как известно, среди микобактерий есть возбудители туберкулеза, проказы, дифтерии и дерматита, которые являются патогенными для человека. Наличие бактерий, обнаруженных у культивируемых креветок, свидетельствует о значительном загрязнении окружающей среды и низком санитарном состоянии ферм.

Грибковая инфекция, наносит огромный вред морским креветочным хозяйствам, в культуре пресноводной креветки встречается редко. У постличинок отмечены патогены *Lagenidium sp.*, *Fusarium sp.* и *Saprolegnia sp.* [93, 122].

Вспышки инфекции возникают спорадически и могут меняться из года в год. Факторы, способствующие вспышкам инфекции в системах выращивания, плохо изучены. Возможно, они являются следствием наличия большого числа спор в источнике воды. Из емкостей, в которых находятся креветки, своевременно должны быть удалены все возможные источники заражения: пораженные яйца, фрагменты хитина, фекальные массы, остатки корма.

Источником инфекции может служить и живой корм – яйца *Artemia salina* [101, 151]. Артемия, которую используют как живой корм для личинок гигантской креветки, по данным многих авторов, может быть носителем патогенных бактерий, особенно *Vibrio* spp. (в частности *V. harveyi*, *V. valginolyticus*, *V.*

anguillarum и *V. vulnificus*) и *Pseudomonas sp.*, а также *Metschnikowia bicuspidata* [96, 156, 169]. Как известно, *V. harveyi* является причиной бактериального некроза у личинок, который приводит к их высокой смертности, в ряде случаев смертность может достигать 100%. Кроме бактерий рода *Vibrio*, заболевания креветок могут вызвать грамположительные бактерии родов *Streptococcus* (*Streptococcus thermophilus*) и *Lactobacillus* (*L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. sporogenes*, *L. casei*, *L. plantarum*) [136, 162].

Наиболее частым заболеванием личинок, с которым сталкиваются фермы по их выращиванию, есть болезнь среднего цикла (IV – IX стадии). Симптомы проявляются в первую очередь в резком снижении потребления креветками пищи. Болезнь протекает в острой форме и вызывает высокую смертность личинок ранних стадий развития (в течение 4 – 6 дней отмечают массовую гибель личинок (до 70% от общего количества). Причина заболевания не установлена, очевидно, это бактериальная инфекция (рис. 1.9), поскольку у пораженных личинок очень часто выделяют бактерии *Enterobacter aerogenes* [97, 168].

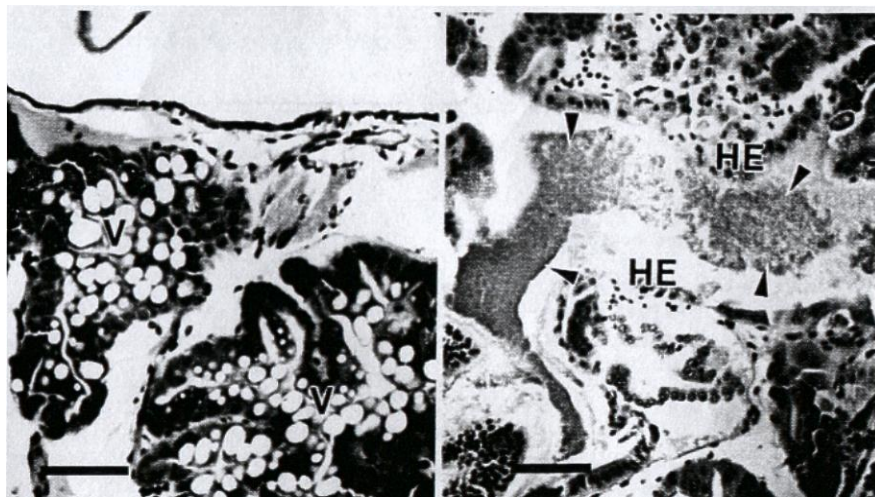


Рис. 1.9. Микрофотография "здоровой" печени личинки гигантской креветки средней стадии с личиночной вакуолизацией (V) цилиндрического эпителия, отрезок \approx 50 микрон (слева); поражена заболеванием среднего цикла (ЗСЦ) печень личинки гигантской креветки средней стадии с атрофией трубчатого эпителия (HE) и большие колонии "интралюминарных" бактерий (стрелки), отрезок \approx 50 микрон (справа) [162]

В литературе имеется много данных о том, что микрофлора гигантской креветки напрямую зависит от микробного сообщества среды обитания. Так, например, из креветок, выращенных в прудах, расположенных вблизи ферм, где, как удобрение, используют навоз, довольно часто выделяют бактерий группы кишечных палочек, а также таких патогенов, как *Salmonella* и *V. cholerae* [70].

Санитарно-микробиологический контроль креветки нужен не только во время ее выращивания, но и во время сбора урожая и его последующего хранения. Проводились исследования по оценке безопасности гигантской креветки, как пищевого продукта, при которых оценивались микробиологические характеристики креветки во время ее хранения при различных диапазонах температур. Первичное бактериальное обсеменение креветок составляло 10^4 КОЕ/г, при хранении при комнатной температуре ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) креветка внешне была пригодной к употреблению только в течение 8 часов, а бактериальное обсеменение не превышало 10^6 КОЕ/г. Креветка, которую хранили в морозильной камере при температуре от -10 до -15°C , была пригодной к употреблению даже после 30 суток хранения, при этом бактериальное обсеменение колебался в диапазоне от 10^3 до 10^4 КОЕ/г [93].

Анализ литературных данных позволил выявить следующие условия профилактики заболевания:

1. Осуществление постоянного контроля качества воды (низкий уровень бактериального загрязнения достигается путем дезинфекции и фильтрации);
2. Соблюдение гидрологического, гидрохимического и термального режимов;
3. Соблюдение биотехнологии выращивания креветок (оптимальная плотность посадки, сбалансированные корма);
4. Четкое соблюдение санитарных норм.

РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Методы сбора и объем материала

Диссертационная работа выполнялась в Институте морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН в отделе планктона. Материал для исследований был собран в период 2002 – 2003 гг. во время работы в ЧП «БиО-К» (Севастополь) и с 2004 по 2013 гг. во время работы в экспериментальном креветочном комплексе на базе Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (Севастополь). В работе также использованы литературные данные.

Исследования проводились в двух направлениях:

- биологическая составляющая технологического процесса культивирования гигантской креветки;

- санитарно-микробиологические аспекты биотехнологии культивирования гигантской креветки с акцентом на исследование среды обитания и самих креветок на всех стадиях их жизненного цикла.

Биологический анализ креветок включал: определение размерно-массовых характеристик на всех стадиях развития, частоту линек, плодовитости самок и продолжительность эмбриогенеза, выживаемость на всех этапа жизненного цикла (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Объем биологических исследований

Определения	Объем исследований, экз.
Размерно – массовые соотношения	7483
Частота линек	497

Плодовитость	575
Продолжительность эмбриогенеза	171
Выживаемость на всех стадиях развития	4705

При проведении санитарно-микробиологических исследований всего обработано 1160 проб воды и креветок и проведено 3747 анализа в трехкратной повторности (табл. 2.2.).

Таблица 2.2 – Объем микробиологических исследований

	Количество экземпляров	Количество проб	Количество анализов
Морская вода		170	724
Пресная вода		112	538
Личинки креветки		630	1452
Молодь креветки	120	94	372
Взрослые особи креветки	43	154	661
Всего		1160	3747

2.2. Методика проведения биологического анализа гигантской креветки

При проведении стандартного биологического анализа у креветок определяли: пол, общую длину (от конца рострума до конца тельсона) и массу тела, стадию и продолжительность эмбриогенеза и личиночного развития. Также регистрировали выживаемость креветок на всех стадиях жизненного цикла, частоту линек у взрослых особей, количество размножающихся самок.

Измерение длины тела осуществляли с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм. Индивидуальную массу определяли с помощью электронных весов (AXIS - 500, точность до 0,01 г), предварительно обсушив животных фильтровальной бумагой.

Интенсивность роста (Q) определяли по формуле [39]:

$$Q = W_k/W_o,$$

где W_o – начальная масса животного (г); W_k – конечная масса животного (г).

Для расчета среднесуточного прироста использовали уравнение [31]:

$$C_{cp} = (10^{(lgW_k - lgW_o)/n} - 1) \times 100,$$

где C_{cp} – среднесуточный прирост; W_o – начальная масса животного (г); W_k – конечная масса животного (г), n – число суток между измерениями.

Длину (L) личинок измеряли с помощью окуляр – микрометра, от начала рострума до конца тельсона с точностью до 0,01 мм. Массу личинок определяли путем взвешивания на микроаналитических весах ВЛМ-1 г с точностью до 0,01 мг, предварительно обсушив их фильтровальной бумагой.

Стадию личиночного развития креветки определяли под микроскопом МБС-10. Определение количества личинок осуществляли путем отбора проб объемом 50 мл в 5 точках (в 4-х углах инкубатора и в центре) мерным стаканом. Перед отбором проб в аппаратах отключали аэрацию и фильтрацию и плавно перемешивали личинок в инкубаторе стеклянной трубкой. Подсчет личинок производили в каждой пробе, находили среднее значение, а затем рассчитывали количество личинок во всём объеме инкубатора.

Измерения яиц из кладки осуществляли с помощью окуляр-микрометра.

На основании полученных данных рассчитывали объем одного яйца. Поскольку яйца креветок имеют овальную форму и сохраняют ее в течение всего

эмбрионального развития, их объем определяли по формуле [30], описывающей эллипсоид:

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

где D и d большой и малый диаметры яйца соответственно.

Массу сырого и сухого вещества яиц определяли по общепринятой методике [41]. Взвешивание производили с точностью до 0,01 мг на микроаналитических весах ВЛМ-1, предварительно обсушив яйца фильтровальной бумагой. Материал высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 60°C.

Стадии эмбрионального развития устанавливали по 5-балльной шкале [9], просматривая под микроскопом яйца, снятые с плеоподов живых самок:

I стадия – икра новая, только что отложенная на плеоподы, полупрозрачная, без следов дробления;

II стадия – начало дробления яйца, зародышевая полоска в виде полумесяца. Желток занимает $\frac{3}{4}$ объема икринки;

III стадия – икра приобретает бурый оттенок, можно разглядеть узенькую черточку – начало формирования глаза у эмбриона. Желток занимает $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ часть объема икринки;

IV стадия – ярко выражен глаз у эмбриона, количество желтка несколько меньше чем в предыдущей стадии;

V стадия – личинка полностью сформирована и готова к выходу из яичевой оболочки. Оставшийся желток заключен внутри карапакса.

Начальную реализованную плодовитость (НРП) и конечную реализованную плодовитость (КРП) определяли весовым методом [9, 50]. За НРП принимали количество свежеотложенных яиц на плеоподах самок в начале инкубационного периода, за КРП – количество икринок на плеоподах самок в конце инкубационного периода, перед выклевом личинок. Относительную

реализованную плодовитость (ОРП) определяли, как отношение НРП к массе тела самки.

Фотографирование яиц осуществляли с помощью тринокулярного микроскопа Konus Biotech-3 с фотонасадкой DCM 510, взрослых особей – фотокамерой Olympus SP-550UZ.

2.3. Методы контроля гидрологических параметров среды выращивания

Температуру воды определяли с помощью ртутного термометра с точностью до 0,1°C.

В ходе экспериментальных работ воду с необходимой для выращивания личинок солёностью (12‰) получали путем разбавления черноморской воды обычной водопроводной, которую предварительно отстаивали и обеззараживали с помощью ультрафиолетовой установки UV 12 GPM (производительность 2,5 м³/ч). Солёность воды определяли с помощью ареометра с точностью 0,0001.

Величину pH среды регистрировали с помощью иономера универсального ЭВ-74. Содержание кислорода и биогенов (нитраты, нитриты, аммоний) в воде определяли по общепринятой методике [42]. Также применялись экспресс-тесты Sera, используемые в соответствии с инструкцией разработчика.

Для аэрации воды использовали компрессора Resun АСО-006 (88 л/мин). Фильтрацию воды выполняли с помощью внешнего фильтра Eheim Classic 2215 (620 л/ч) и прудового фильтра Eheim universal (1200 л/ч и 2400 л/ч). Поддержание температуры воды на заданном уровне осуществляли с помощью нагревателя Eheim thermoscontrol Jager 3618 (мощностью 200 – 250 Вт).

Оптимальный фоторежим:12:12 (свет : темнота) и освещенность – 1000 лк для взрослых особей и молоди, 14:10 (свет : темнота) и освещенность около 2000

лк для личинок креветки достигались путем использования люминесцентных ламп.

2.4. Количественное определение микроорганизмов

Санитарно-микробиологический контроль водных объектов и культивируемых гидробионтов включает учет общего количества микроорганизмов и определение степени загрязненности санитарно-показательными микроорганизмами.

Одним из распространенных и простых санитарно-микробиологических показателей является общий уровень микробного загрязнения. В санитарной микробиологии используется в основном два метода: метод прямого микроскопического подсчета всех микроорганизмов в воде и метод количественного посева на питательные среды с дальнейшей инкубацией до заметного роста [29]. Применяя обе методики, учитывают ОМЧ мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФА) [5, 22, 24], образующие колонии на питательном субстрате – агаре при определенной температуре и времени инкубации в аэробных и факультативно анаэробных условиях.

Выполненные нами микробиологические исследования включали определение численности мезофильно аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечных палочек (колиформные бактерии), золотистых стафилококков, сальмонелл, плесневых грибов и дрожжей [22].

Для анализа отбирали личинок, молодь и взрослых особей гигантской креветки. Анализы осуществляли в трехкратной повторности.

Для исследования микрофлоры взрослых особей креветки соскобы брали с внешней поверхности панциря с участков площадью 2 см². Соскоб делали стерильным скальпелем. Перед отбором проб креветок обмывали стерильной морской водой для предотвращения попадания в пробу случайной водной микрофлоры. Полученный материал помещали в пробирку с 10 мл стерильной морской воды, затем пробирку тщательно взбалтывали вручную в течение 2 – 3 мин и приступали к анализу. Количество микроорганизмов рассчитывали на 1 см² поверхности карапакса.

Личинок и молодь гигантской креветки растирали в стерильной ступке стерильной стеклянной палочкой. Для определения массы полученного материала, его помещали в стерильную колбу (заранее определяли ее массу) и взвешивали на торсионных весах типа ВТ с точностью до 0,01 г. Затем в колбу наливали стерильную морскую воду в количестве необходимом для разведения 1:10 и 1:100 и тщательно взбалтывали.

Пробы воды отбирали специальным пробоотборником с закреплённой в нём стерильной бутылкой объёмом 0,5 л. Отобранную пробу объёмом 1мл помещали в пробирку со стерильной морской водой в таком количестве, чтобы получить степень разведения 1:10 и 1:100.

Для определения мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФА) подготовленные пробы тщательно перемешивали, взвесь отстаивали в течение 3 мин. Надосадочную жидкость использовали для приготовления последующих разведений, при этом каждый раз используя новую стерильную пипетку. Степень разведения выбирали так, чтобы число колоний на чашке Петри не превышало 300. Из разведений производили глубинный посев (1 см³ разведения заливали теплой агаровой средой). Метод определения МАФА основан на подсчете колоний, выросших на питательной среде мясопептонном агаре (МПА) в течение 48 часов при температуре 28°C. Обработку результатов культивирования проводили согласно [55].

Количество микроорганизмов в 1 г (1 см²) рассчитывали по формуле:

$$a = b \times c / d,$$

где: a – количество микроорганизмов в 1 г (1 см², 1 см³) исследуемого материала, (КОЕ/г, КОЕ/см², КОЕ/см³);

b – среднее число колоний микроорганизмов на чашке Петри;

c – степень разведения;

d – навеска материала взятая для анализа (г, см², см³).

Метод определения дрожжей и плесневых грибов основан на их способности расти на селективных средах в аэробных условиях при термостатировании посевов при температуре 28°C. По 1 см³ исходного разведения, полученного при определении общей бактериальной обсемененности, высевали в чашки Петри и заливали 15 – 20 см³ питательной среды Сабуро. Через 5 суток посеvy просматривали. Развитие плесневых грибов на питательных средах сопровождался появлением мицелия различной окраски, а рост дрожжей – образованием выпуклых, блестящих, серовато-белых, кремовых колоний с ровным краем. Для распределения колоний дрожжей и плесневых грибов проводили микроскопирование, результаты которого оценивали по [56].

Полученные результаты пересчитывали на массу пробы исследуемого образца креветки или объем пресной воды [17, 54].

Бактерий группы кишечной палочки (БГКП) определяли, используя среду Кода. В этой группе определяются 5 родов энтеробактерий (*E. coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*). Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) являются аэробными и факультативно–анаэробными грамотрицательными, не образующими спор палочками, ферментирующими лактозу с образованием кислоты и газа при температуре 37°C в течение 24 ч, не обладающими оксидазной активностью. Для определения БГКП использовали разведение, содержащее количество продукта, в котором нормируется отсутствие БГКП (0,001 г), 1 см³ этой жидкости засеивали в пробирки с 5 см³ среды Кода. Посевы инкубировали при температуре 37°C, через 24 часа из пробирок, в которых образовались пузырьки газа, со среды Кода проводили посев на плотную дифференциальную среду Эндо

и продолжали инкубирование при той же температуре еще 24 ч. При наличии на среде Эндо колоний красного и розового цвета, проводили их изолирование, окрашивание по Граму и микроскопирование. О присутствии БГКП можно было судить по наличию или отсутствию грамтрицательных, не образующих спор палочек [5, 6].

Метод определения золотистых стафилококков основан на выявлении характерного роста бактерий на элективных средах (1-процентном глюкозном мясо-пептонном бульоне), изучении морфологических свойств и постановке теста плазмокоагуляции. Стафилококки положительно окрашиваются по Граму, имеют шарообразную форму с диаметром 0,6 – 1 мкм и располагаются в виде скоплений, напоминающих виноградные гроздья [5, 6].

Бактерии рода сальмонелл являются грамтрицательными палочками длиной 1 – 3 мкм, шириной 0,5 мкм, подвижны, факультативные анаэробы. Метод их определения основан на способности сальмонелл образовывать на дифференциально-диагностических средах специфические колонии и давать реакцию агглютинации с сальмонеллезными сыворотками. Навеску в 2,5 г исследуемого материала засеивали в 10 см³ среды обогащения (магниевой среды), посеvy выдерживали в термостате 24 ч при 37°С, затем делали посеvy на чашки Петри со средой Висмут-сульфит агар (ВСА). На ВСА сальмонеллы образуют черные или коричневые с металлическим блеском колонии, цвет среды под колониями – черный. Сальмонеллы не разлагают лактозу, сахарозу и мочевины, ферментируют глюкозу, манит, мальтозу с образованием газа, продуцируют сероводород и не образуют индол [5].

Для выделения чистых культур микроорганизмов использовали метод истощающего штриха [15]. Морфологию клеток микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, дрожжей, мицелиальных грибов) изучали с помощью световой микроскопии, используя микроскоп Микмед-1 с бинокулярной насадкой. Бактериальные культуры, актиномицеты и дрожжи предварительно фиксировались и окрашивались по Граму [5], их исследование осуществлялось

при 1000-кратном увеличении. Прижизненные препараты мицелиальных грибов исследовались под микроскопом при 200-кратном и 400-кратном увеличении.

При анализе численности микрофлоры креветок и среды их содержания рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение.

2.5. Статистическая обработка данных

Полученные первичные данные проверяли на нормальность распределения по критериям Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова. Рассчитывали среднее значение, стандартное отклонение, стандартную ошибку среднего. Ввиду соответствия первичных данных нормальному распределению, для оценки значимости различий средних в выборках применяли дисперсионный анализ и t-критерий Стьюдента. Для выявления типа зависимостей жизненных показателей гигантской креветки на различных этапах онтогенеза от воздействующих биотических и абиотических факторов использовали регрессионный анализ.

Статистическую обработку данных выполняли с помощью пакета программ Statistica 6.0, Microsoft Excel.

РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА

Производство гигантской креветки включает в себя два основных этапа: получение посадочного материала и товарное выращивание. В районах, отличающихся своими климатическими характеристиками от условий обитания в пределах естественного ареала этого вида креветок, получение ее личинок и молоди, возможно, лишь в контролируемых условиях питомника. Товарное выращивание рекомендуется проводить в открытых водоемах в период высоких температур воды – более 20°C, а также в бассейнах, садках при использовании сбросных теплых вод и геотермальных источников.

Биотехнологический процесс получения жизнестойкой молоди креветки включает в себя:

1. отбор производителей для формирования маточного стада;
2. проведение нереста в искусственных условиях;
3. культивирование личинок;
4. получение и подращивание постличинок креветок.

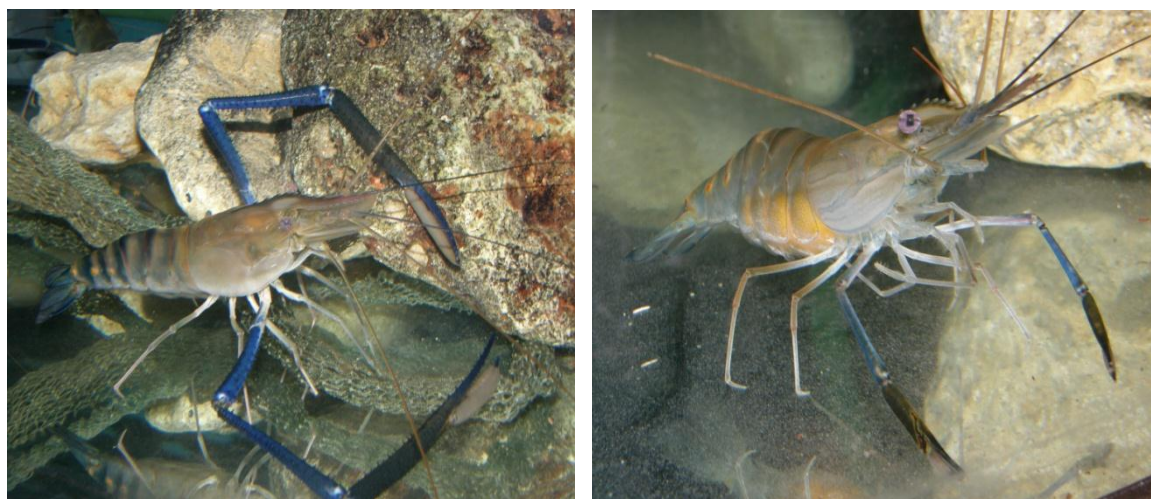
3.1. Отбор и содержание производителей

Формирование маточного стада.

Правильный выбор производителей – это первый шаг к получению качественного посадочного материала [132]. В нашем экспериментальном

креветочном комплексе первоначально маточное стадо было сформировано из креветок, привезенных в апреле 2000 года из Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства ныне Астраханский государственный технический университет. В Астрахань производители этой креветки были завезены из Вьетнама и Японии в 90-х годах прошлого столетия [27, 34, 77]. В дальнейшем, ежегодное формирование маточного стада осуществляли из половозрелых особей гигантской креветки, выращенных в прудах Крыма. Стоит отметить, что в наших опытах половая зрелость у самок креветок наступала в возрасте 3 – 4 месяцев при длине 7,5 см и массе 6,5 г, а у самцов – примерно на месяц позже при длине 10 см и массе около 10 г. Сходные данные были получены и другими авторами [3, 120].

Основной принцип селекции состоит в отборе наиболее крупных и активных, хорошо пигментированных особей креветок с наличием всех конечностей, отсутствием каких-либо повреждений и видимых признаков заболеваний (рис. 3.1).



1

2

Рис. 3.1. Взрослые особи гигантской креветки (1 – самец; 2 – самка)

При выборе самок акцент делают на ее размеры, поскольку крупные особи дают потомство более лучшего качества, чем мелкие, и с увеличением массы самки возрастает выживаемость полученных от нее личинок [60]. Для маточного

стада рекомендуют отбирать самок массой более 100 г [131]. Однако такими крупными особями мы не располагали, поскольку за один сезон выращивания масса самки в среднем составляет 20 – 30 г.

В наших опытах размеры креветок, отобранных для маточного стада, составляли: самки длиной 11 – 14 см, массой 20 – 40 г, самцы – 15 – 17 см и 45 – 85 г соответственно.

При выборе самцов, кроме линейных размеров, следует также учитывать их морфологическую группу. Наиболее ярко выраженной отличительной особенностью при определении морфотипа является размер и цвет клешней. Для половозрелых самцов гигантской креветки описаны три основных формы: мелкие самцы с неокрашенными клешнями (М); крупные самцы с оранжевыми клешнями (ОК); крупные самцы с синими клешнями (СК) (рис. 3.2) [120, 152].

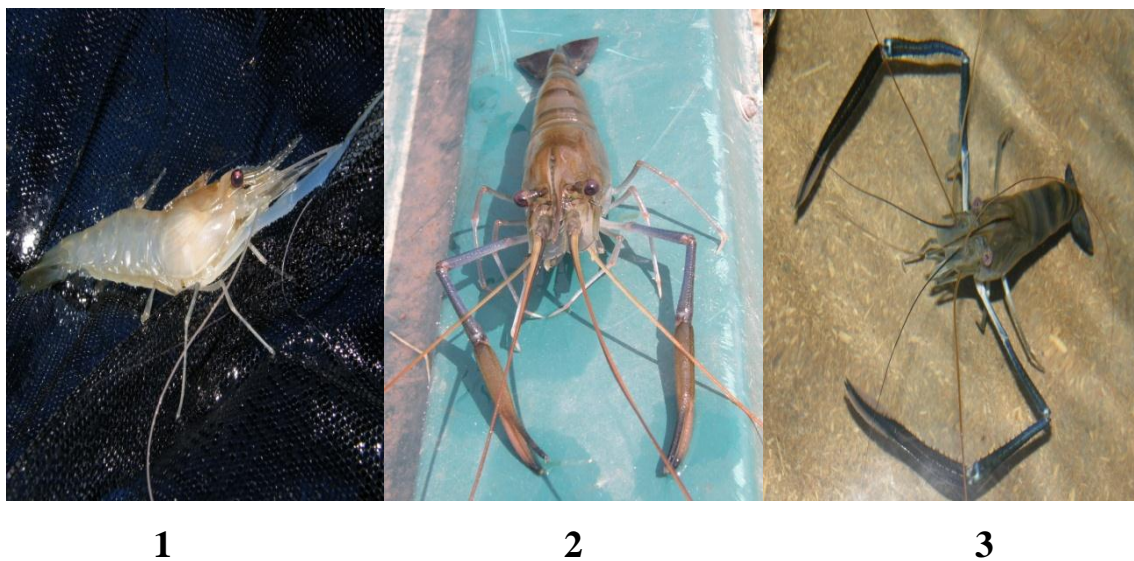


Рис. 3.2. Морфологические типы самцов гигантской креветки (1 – мелкий самец с неокрашенными клешнями; 2 – крупный самец с оранжевыми клешнями; 3 – крупный самец с синими клешнями)

Многие авторы предлагают для размножения брать самцов с синими клешнями [27, 60, 130]. Однако, многолетний опыт наблюдений показал, что для маточного поголовья, которое длительно содержится в питомнике, стоит отбирать самцов 2-х типов: с оранжевыми и синими клешнями. Данный выбор

определяется таким фактором, как выживаемость самцов в условиях экспериментального креветочного комплекса. У самцов с синими клешнями (СК) в период содержания в аквариальных условиях отмечалось 2 – 3 линьки (табл. 3.1), последняя из которых сопровождалась затяжным межлиночным периодом, заканчивавшийся, в большинстве случаев, летальным исходом. В литературе данный факт отмечен как конечный рост, характерный только для самцов гигантской креветки [162]. Тогда как у самцов с оранжевыми клешнями (ОК) отмечается в два раза больше линек за период содержания и выживаемость выше ($p < 0,001$). Важно отметить, что через одну, иногда через две линьки креветка из морфотипа «крупный самец с оранжевыми клешнями» переходит в форму «крупный самец с синими клешнями».

Таблица 3.1 – Частота линек у самок и самцов гигантской креветки

	Межли- ночный интервал, сутки	Средняя продолжительность межлиночного интервала (Mean \pm SE), сутки	Среднее количество линок за время содержания в питомнике	Выживаемость креветок за время содержания в питомнике (Mean \pm SE), %
Самки	21 – 30	25,94 \pm 0,71	7	74,12 \pm 2,45
Самцы (ОК)	30 – 46	39,76 \pm 1,05	4	65,18 \pm 2,64
Самцы (СК)	35 – 76	50,29 \pm 2,71	2	38,00 \pm 2,12

Примечание: Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего

Содержание маточного стада.

Для содержания маточного стада и получения посадочного материала, экспериментальное креветочное хозяйство было оборудовано в помещении,

имеющем хорошую теплоизоляцию для поддержания температуры воздуха в период искусственного воспроизводства (в наших условиях – в течение 8 месяцев) не ниже 25°C. Для содержания производителей использовали следующие установки: аквариумы объемом 500 л (рабочий объем 480 л) и пластиковые бассейны объемом 4,5 м³ (рабочий объем 3,6 м³, рабочая глубина 0,4 м) (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Установки для содержания креветок маточного стада

Каждая установка имела системы фильтрации, аэрации и терморегуляции воды. Гидрохимические и температурные показатели среды содержания поддерживали на оптимальном для взрослых особей креветки уровне (рН среды – 7,5 – 8,0; количество растворенного кислорода 50%; концентрации нитритов – 0,1 мг/л, нитратов – не более 20 мг/л; температура – 26 – 28°C; оптимальный фоторежим 12:12) [27, 58, 80]. С целью увеличения плотности посадки и повышения выживаемости креветок создавали искусственные укрытия, из кусков деля, черепицы и камней.

В маточном стаде поддерживали оптимальное соотношение самцов и самок 1: 4 – 5 [60, 158]. Особей обоих полов содержали совместно, поскольку известно, что в отсутствии самцов у самок замедляется развитие яичников [135].

Общее количество креветок в маточном стаде зависит от требуемого (заданного) конечного результата, а именно какое оптимальное количество

посадочного материала необходимо получить для получения товарной продукции в планируемом объеме.

Оценим численность маточного стада, необходимую для получения 100000 экземпляров посадочного материала. Оценку произведем на основании литературных данных, ориентируясь на худший вариант развития событий. Заниженные оценки, с одной стороны, гарантируют в худшем случае результат, близкий к реальному, а с другой, не исключают получение более успешного итога.

С учетом выживаемости креветок в период их роста от стадии постличинки до посадочного материала (45 суток), составляющей 78% [27], необходимое количество постличинки составит:

$$100000 \text{ шт. молоди креветки} / 0,78 \approx 129000 \text{ шт. постличинки.}$$

Известно также, что при культивировании креветки в искусственных условиях, выживаемость полученных личинок до момента их перехода в постличинку составляет в среднем 45% [27]. Тогда количество личинок, которое необходимо получить составит:

$$129000 \text{ шт. постличинки} / 0,45 \approx 287000 \text{ шт. личинки.}$$

Согласно литературным данным [58], у самки гигантской креветки массой 40 г рабочая плодовитость составляет в среднем 30000 шт. икринок. Тогда количество самок необходимое для получения 287000 шт. личинки составит:

$$287000 \text{ шт. личинки} / 30000 \text{ шт. икринок} \approx 10 \text{ шт. самок гигантской креветки.}$$

Таким образом, с учетом оптимального соотношения самцов и самок в маточном стаде 1 к 4 [60, 156], для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо маточное стадо численностью 13 особей (3 самца и 10 самок).

Следует отметить, реально общая численность креветок в стаде должна быть значительно выше. Это связано с рядом причин, все из которых, реально, учесть невозможно. При расчетах также необходимо принимать во внимание, что одновременно нерест проходит только у 5% самок и, что выживаемость взрослых

особей, за период их содержания в питомнике в среднем составляет 50% [140]. Из чего следует, что для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо маточное стадо численностью 500 экз.: 100 самцов и 400 самок.

Тем не менее, число креветок в маточном стаде можно снизить за счет синхронизации нереста и выбора более крупных самок (с высокой плодовитостью).

Синхронизация нереста достигается путем варьирования температур.

Первый способ. В нашем питомнике креветки маточного стада содержались при температуре 26 – 28°C. В течение недели температуру постепенно (на 1 – 2°C в сутки) снижали до 22°C и на протяжении 2-х недель креветок содержали при этой температуре. По истечению двух недельного срока температуру вновь повышали до 28°C в течение 2-х суток. Данный способ синхронизации линьки позволил нам в среднем достичь одновременного нереста у 19% самок. Согласно нашим данным выживаемость взрослых особей, за период их содержания в питомнике в среднем составила 63%. Из чего следует, что для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо иметь маточное стадо численностью 105 экз.: 21 самец и 84 самки. Таким образом, мы снизили численность маточного стада практически в 5 раз.

Второй способ – содержание креветок маточного стада при температуре 24°C. В течение 2-х суток температуру воды повышали до 28°C. Данный способ синхронизации линьки позволил нам в среднем достичь одновременного нереста у 24% самок. На основании достигнутого результата для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо иметь маточное стадо численностью 84 экз.: 17 самец и 67 самки. Таким образом, мы снизили численность маточного стада практически в 6 раз.

Дисперсионный анализ подтвердил влияние температуры на синхронизацию нереста (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Результаты дисперсионного анализа влияния температуры на синхронизацию нереста

Фактор	SS	MS	F	p
Температура	2211	1105	67	<0,001
Остаточная	637	16		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Количество одновременно нерестящихся самок в контролируемых условиях питомника (не осуществляется синхронизация нереста) составляло в среднем 7%, что статистически значимо ниже ($p < 0,001$), чем при использовании методов варьирования температур. Результаты сравнения двух способов синхронизации нереста показали значимые отличия ($p = 0,006$).

Корма. Расчет рациона питания маточного стада гигантской креветки.

Существует ряд требований, предъявляемых к кормам для аквакультуры. В частности, для гигантской креветки содержание белка должно составлять около 15%, содержание жиров не превышать 5%, в корме также должны присутствовать некоторые необходимые для жизнедеятельности (нерест, линька) вещества, такие как холестерин и лецитин [59]. Исходя из этого, а также учитывая содержание белков, жиров и углеводов в различных видах продуктов, нами был составлен следующий рацион кормления (табл. 3.3).

Разработанная смесь кормовых продуктов удовлетворяет потребности креветок в белках, жирах и углеводах и содержит жизненно необходимые для них вещества.

Таблица 3.3 – Состав кормовой смеси для взрослых особей гигантской креветки

Вид корма	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Лецитин, холестерин	Содержание в смеси для кормления, %	Белок в кормовой смеси, %	Жиры в кормовой смеси, %	Углеводы в кормовой смеси, %
Сердце говяжье	16,0	20,4	0	-	27	4,32	2,06	0
Рыба (тресковая)	16,7	0,3	0	-	54	9,02	0,03	0
Крупы	8,2	3,9	31,7	-	16	1,28	0,62	5,07
Яйцо	7,9	16,8	0	+	3	0,47	0,5	0
ИТОГО	-	-	-	-	100	15,09	3,21	5,07

Как указывалось выше, для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо иметь маточное стадо численностью 84 экз. (средней массой около 35 г). Между массой тела ракообразных и количеством потребляемой пищи существует зависимость, выражаемая степенным уравнением [77]. Для взрослых особей гигантской креветки суточный рацион в процентах от массы тела составляет в среднем около 5%.

Таким образом, для кормления маточного стада (масса которого составляет в среднем 3,7 кг) требуется ежедневно 0,147 кг корма или 4,41 кг в пересчете на месяц.

Исходя из процентного содержания продуктов, в месяц для получения 4,41 кг кормовой смеси для содержания маточного стада требуется:

Сердце говяжье – 1,19 кг;

Рыба (сем. Тресковых) – 2,38 кг;

Крупа (разная) – 0,7 кг;

Яйца – 0,13 кг (3 шт.).

Из тресковых рыб наиболее доступными и недорогими являются минтай и сайда, в Черном море возможен мерланг (пикша). Из круп оптимальным является сочетание: рис (40%) + пшеничная (ячневая) крупа (60%).

3.2. Размножение и эмбриональное развитие гигантской креветки

Ключевым этапом онтогенеза гигантской креветки, как и любого живого организма, является размножение. В связи с этим очевидна важность исследования репродуктивного потенциала самок гигантской креветки в условиях экспериментального хозяйства.

Достигнув половой зрелости (в возрасте 4 – 5 месяцев), креветки начинают активно размножаться (рис. 3.4). Воспроизводство у гигантской креветки неразрывно связано с линочным циклом, поскольку самки способны спариваться только после завершения линьки, когда их панцирь мягкий. Спустя несколько часов после оплодотворения происходит откладка яиц. В наших экспериментах этот интервал времени составлял от 3 до 7 часов. По литературным источникам этот промежуток несколько больше и составлял от 5 до 10 часов [77].



Рис. 3.4. Процесс спаривания между самцом и самкой гигантской креветки

Самки креветки откладывают икру на плеоподы (плавательные ножки) и вынашивают ее в течение всего периода развития эмбриона. В процессе эмбриогенеза цвет яиц в кладке меняется от ярко-оранжевого до темно-коричневого или серого (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Самка гигантской креветки с кладкой яиц на разных стадиях развития

За развитием эмбриона от первых стадий дробления до формирования личинки можно следить благодаря достаточно прозрачной оболочке яйца (рис. 3.6).

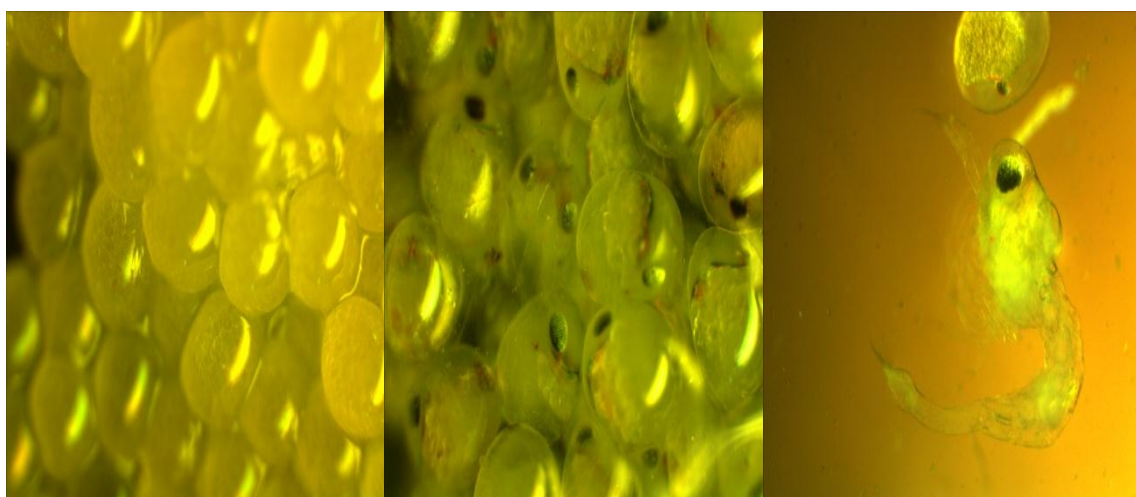


Рис. 3.6. Яйца гигантской креветки на разных стадиях эмбрионального развития

По мере развития зародыша характеристика яиц изменяется. В эмбриональном развитии креветки выделяют пять стадий [9].

Размерно-массовые параметры икринок.

В ходе выполненной работы были проанализированы пределы и средние значения размеров, объёмов и масс яиц гигантской креветки на всех этапах эмбриогенеза. В процессе зародышевого развития происходит увеличение линейных размеров и массы яиц (табл. 3.4, 3.6).

Несмотря на то, что гигантская креветка является одним из самых крупных видов пресноводных креветок, яйца у неё довольно мелкие и их размер составляет 0,48 – 0,58 мм [120]. Согласно результатам наших исследований на первой стадии средняя длина большого диаметра яйца креветок составляет 0,51 мм, малого – 0,47 мм (табл. 3.4). К концу эмбрионального развития, по мере роста и развития зародыша внутри яйца, их размеры увеличиваются $\approx 1,5$ раза ($p < 0,001$).

Таблица 3.4 – Изменение размеров яиц на всех стадиях эмбрионального развития креветки

Стадия развития эмбриона	Большой диаметр яйца (D), мм	Малый диаметр яйца (d), мм	Объем яйца (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

Примечание: В таблице приведены среднее значение ± стандартная ошибка среднего

Размеры яиц даже из одной кладки широко варьируют. Из-за значительной вариабельности размеров яиц сопоставлять их величину достаточно сложно, для этих целей рассчитывается объем яйца.

У гигантской креветки в условиях нашего экспериментального комплекса объем яиц за период эмбрионального развития увеличивался в 2,1 раз ($p < 0,001$). В природных условиях в пределах естественного ареала этого вида объем яиц за период эмбрионального развития увеличивался несколько меньше – в 1,85 раз [77, 120].

Согласно литературным данным вариабельность размеров яиц зависит от места обитания, температуры и ряда других факторов [77]. В наших опытах при температуре равной 24°C объем оплодотворенных, только что отложенных на плеоподы, яиц составляет 0,08 мм³, при увеличении температуры до 28°C их объем уменьшается до 0,06 мм³ (т.е. на 25%). Однако при температуре 28°C у креветок, выращенных в прудах Южного Вьетнама и в водоёме охладителя Березовской ГРЭС, объем яйца в среднем составил 0,07 мм³ [77, 86, 120], что на 14% больше, чем полученная нами величина.

Вместе с тем, однофакторный дисперсионный анализа показал, что в целом, влияние температуры на вариабельность объемов яиц статистически не значимо (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Результаты дисперсионного анализа влияния температуры на продолжительность эмбриогенеза

Фактор	SS	MS	F	p
Температура	0,0020	0,0007	1	0,417
Остаточная	0,011	0,0007		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

В процессе эмбрионального развития происходит не только увеличение размеров, но и массы яиц. К концу эмбриогенеза происходит возрастание сырой массы яйца в 2,1 раза ($p < 0,001$) (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Изменение массы яиц на всех стадиях эмбриогенеза гигантской креветки

Стадия развития эмбриона	Сырая масса яйца, ($\times 10^{-2}$) мг	Сухая масса яйца, ($\times 10^{-2}$) мг	Содержание сухого вещества в яйце, %	Содержание воды в яйце, %
I	6,54 \pm 0,07	3,53 \pm 0,02	54	46
II	7,31 \pm 0,2	3,43 \pm 0,03	47	53
III	8,00 \pm 0,01	3,35 \pm 0,02	41	59
IV	9,18 \pm 0,06	3,14 \pm 0,04	34	66
V	12,18 \pm 0,07	2,96 \pm 0,02	25	75

Примечание: В таблице приведены среднее значение \pm стандартная ошибка среднего

У креветок, как и других десятиногих ракообразных, имеющих личиночную стадию развития, к концу эмбриогенеза наблюдается удвоение, а иногда и утроение первоначальной массы яйца [78]. Наряду с увеличением массы самого эмбриона по мере его развития другой причиной увеличения сырой массы яйца может быть изменение содержания воды. Начальное содержание воды в яйцах в среднем составляет 46%, возрастая до 75% к концу эмбриогенеза. Подобное увеличение содержания воды было отмечено у ряда представителей Decapoda и другими авторами [138, 146, 147]. Очевидно, данная закономерность объясняется изменениями, происходящими в водном обмене развивающихся зародышей, в том числе активным поступлением воды в яйца после оплодотворения. Проницаемость мембраны особенно возрастает на последних стадиях эмбриогенеза. Так согласно литературным данным, на первой стадии развития *Homarus americanus* через оболочку яйца проникает всего 6% воды от общего количества, необходимого для нормального развития, тогда как в конце эмбриогенеза эта величина достигает 85% [148].

Увеличение содержания воды в яйцах происходит не только за счет проницаемости их оболочки, но и за счет так называемой метаболической воды,

образующейся в результате окисления жиров, белков и углеводов. Однако основное количество воды поступает в развивающиеся яйца через их оболочку из окружающей среды.

Исходное содержание сухого вещества в яйцах гигантской креветки достаточно высоко, оно составляет 54% (табл.3.5). Подобные данные были получены для большой группы ракообразных: Isopoda, Amphipoda и Decapoda. Независимо от систематической принадлежности, места обитания и способа размножения, содержание сухого вещества в яйцах на начальных стадиях развития достигало 54,5%. В процессе эмбрионального развития происходит уменьшение массы сухого вещества в яйцах на 21 – 25% [78, 138, 147].

Снижение сухого вещества яиц в процессе эмбриогенеза происходит в результате использования органических веществ на энергетические нужды развивающегося зародыша. У гигантской креветки по нашим данным снижение сухой массы яиц происходит на 22% по сравнению с исходным значением.

Продолжительность эмбриогенеза.

Продолжительность эмбриогенеза гигантской креветки значимо зависит от температуры воды (коэффициент корреляции (R) равен 0,75; $F = 245,74$; $df = 196$; $p < 0,001$). Согласно нашим данным при 22°C она составляет 38 суток. С повышением температуры до 31°C развитие эмбриона происходит за 14 суток (рис. 3.7).

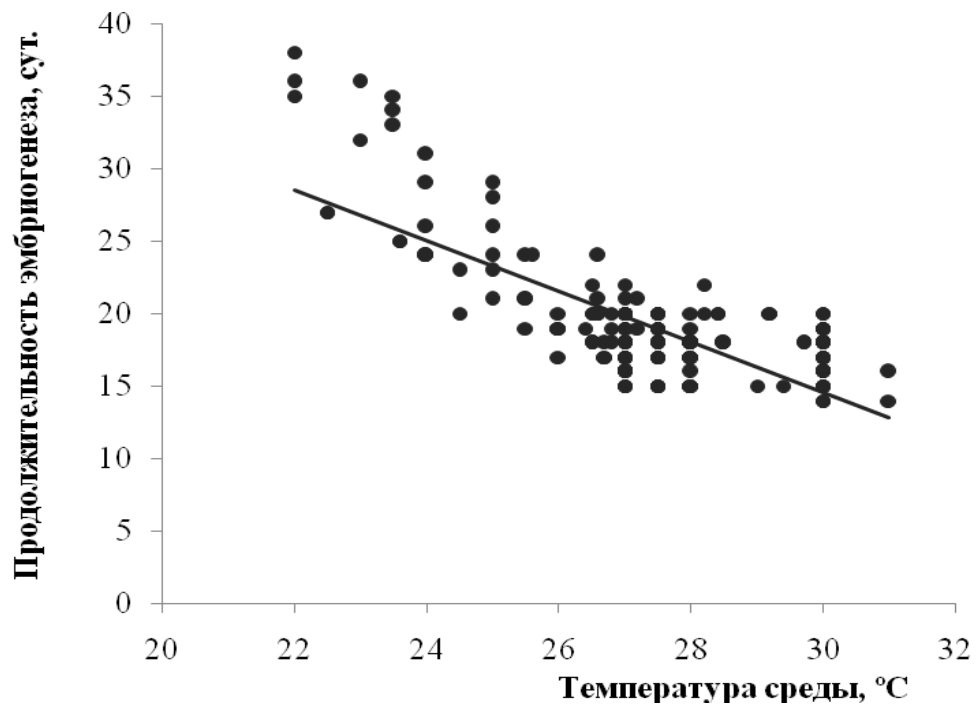


Рис. 3.7. Зависимость продолжительности эмбрионального развития гигантской креветки от температуры воды

В интервале температуры от 22 до 31°C зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$T = 66,84 - 1,74t \quad (R^2 = 0,56), \quad (3.1)$$

где T – продолжительность эмбрионального развития, сут., t – температура, °C.

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние температуры на продолжительность эмбрионального развития гигантской креветки (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Результаты дисперсионного анализа влияния температуры на продолжительность эмбриогенеза

Фактор	SS	MS	F	p
Температура	3044	338	109	<0,001
Остаточная	646	3		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

В литературе чаще всего встречаются данные о периоде продолжительности эмбрионального развития в интервале температур от 26 до 28°C и составляет 18 – 20 суток [28; 125]. В наших экспериментах при температуре воды 26 – 28°C в контролируемых условиях питомника эмбриональный период развития у гигантской креветки варьировал от 15 до 20 суток.

На последней стадии эмбрионального развития, когда яйца в кладке приобретали серый оттенок, самок помещали в садки (рис. 3.8), расположенные в емкостях для выклева и дальнейшего содержания личинок.



Рис. 3.8. Садки, используемые для выклева личинок гигантской креветки

После выклева личинок, самок креветок возвращали назад в аквариумы, где, чаще всего, через 4 – 6 суток они линяли. Некоторые самки вновь откладывали икру, другие – через одну – две линьки.

Плодовитость.

Определение границ репродуктивных показателей необходимо, прежде всего, для раскрытия потенциальных возможностей воспроизводительной способности животных. Плодовитость является одной из важных биологических характеристик, определяющих способность вида поддерживать и повышать свою численность.

Плодовитость прямо пропорционально зависит от длины и массы тела самки, в оптимальных условиях она возрастает по мере увеличения размеров тела креветки, что закономерно для всех пойкилотермных животных [74].

Связь плодовитости и линейных размеров самки показана на рисунке 3.9. Согласно полученным данным в диапазоне линейных размеров самок 7,7 – 14,3 см и массы 5,15 – 38,4 г НРП возрастает от 3071 до 54692 шт. яиц в одной кладке.

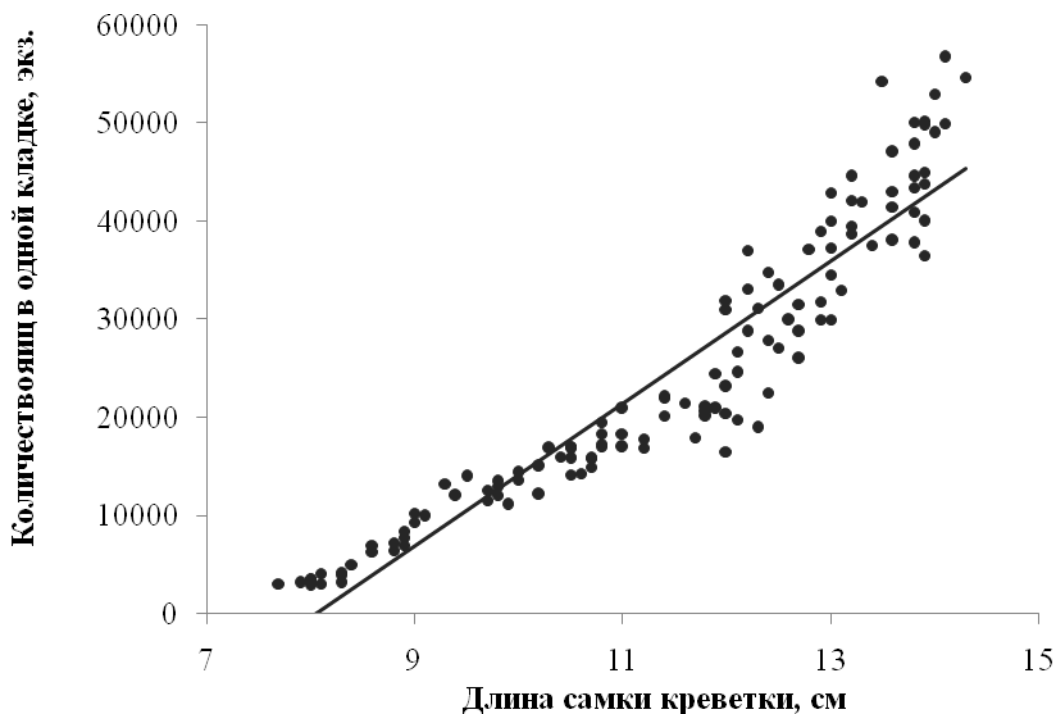


Рис. 3.9. Зависимость начальной реализованной плодовитости от линейных размеров самки гигантской креветки

В интервале линейных размеров 7,7 – 14,3 см зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением ($R = 0,944$; $F = 1008,22$; $df = 123$; $p < 0,001$):

$$E = 7281L - 58706 \quad (R^2 = 0,891), \quad (3.2)$$

где E – количество яиц в кладке самки, экз. L – длина самки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Фактическое значение $F_{\text{факт}} = 1008,22$; табличное

значение $F_{\text{табл}} = 3,92$. Так как $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

НРП имеет статистически значимую корреляцию с массой тела креветки ($R = 0,974$; $F = 2363,53$; $df = 123$; $p < 0,001$). Зависимость НРП от массы (рис. 3.10) может быть аппроксимирована уравнением, которое в численной форме имеет вид:

$$E = 1543 W - 6965 \quad (R^2 = 0,951), \quad (3.3)$$

где E – количество яиц в кладке самки, экз. W – масса самки креветки, г.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 2363,53 > F_{\text{табл}} = 3,92$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

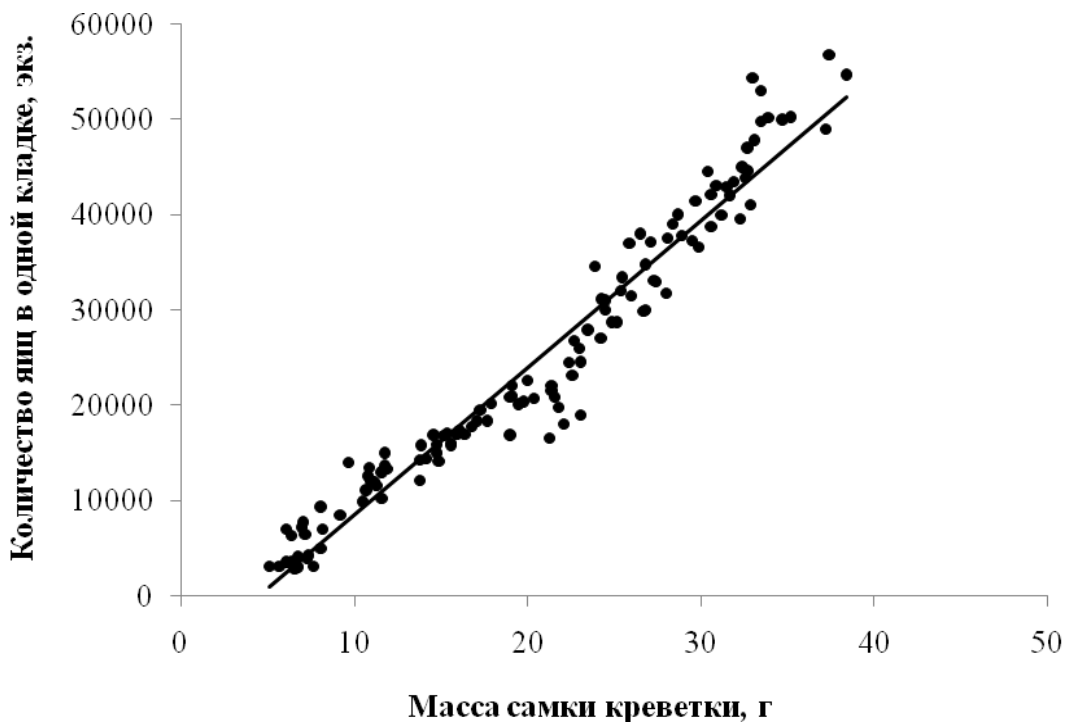


Рис. 3.10. Зависимость начальной реализованной плодовитости от массы самки гигантской креветки

Конечная реализованная плодовитость количественно характеризует "рабочую" плодовитость. Фактически можно оценить, как численность

пополнения, так и динамику снижения количества поколения на начальных стадиях его развития [50].

Результаты исследований показали, что в диапазоне линейных размеров самок от 7,5 до 14,2 см и массы от 5,3 до 38,1 г КРП варьирует от 678 до 39925 шт. яиц в одной кладке (рис. 3.11, 3.12). Коэффициент корреляции КРП с линейными размерами самки гигантской креветки был равен 0,924 ($F = 713,96$; $df = 123$); корреляция была статистически значимой ($p < 0,001$).

Зависимость плодовитости от длины тела креветки может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$E = 5849 L - 51104 \quad (R^2 = 0,853), \quad (3.4)$$

где E – количество яиц в кладке самки, экз. L – длина самки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Фактическое значение $F_{\text{факт}} = 713,96$; табличное значение $F_{\text{табл}} = 3,90$. Так как $F_{\text{факт}} = 1008,22 > F_{\text{табл}} = 3,90$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

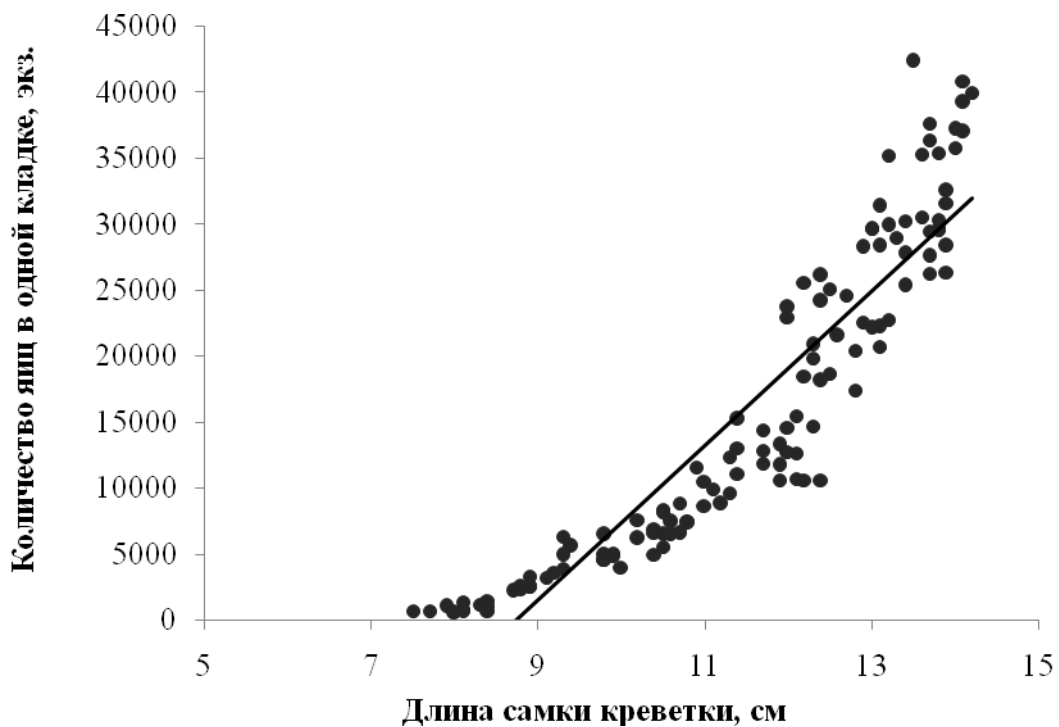


Рис. 3.11. Зависимость конечной реализованной плодовитости от линейных размеров самки гигантской креветки

КРП имеет значимую корреляцию с массой тела креветки ($R = 0,974$; $F = 1473,69$; $df = 123$; $p < 0,001$). Зависимость КРП от массы самки креветки может быть аппроксимирована уравнением, которое в численной форме имеет вид:

$$E = 1262 W - 9653 \quad (R^2 = 0,923), \quad (3.5)$$

где E – количество яиц в кладке самки, экз. W – масса самки креветки, г.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 1473,70 > F_{\text{табл}} = 3,90$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

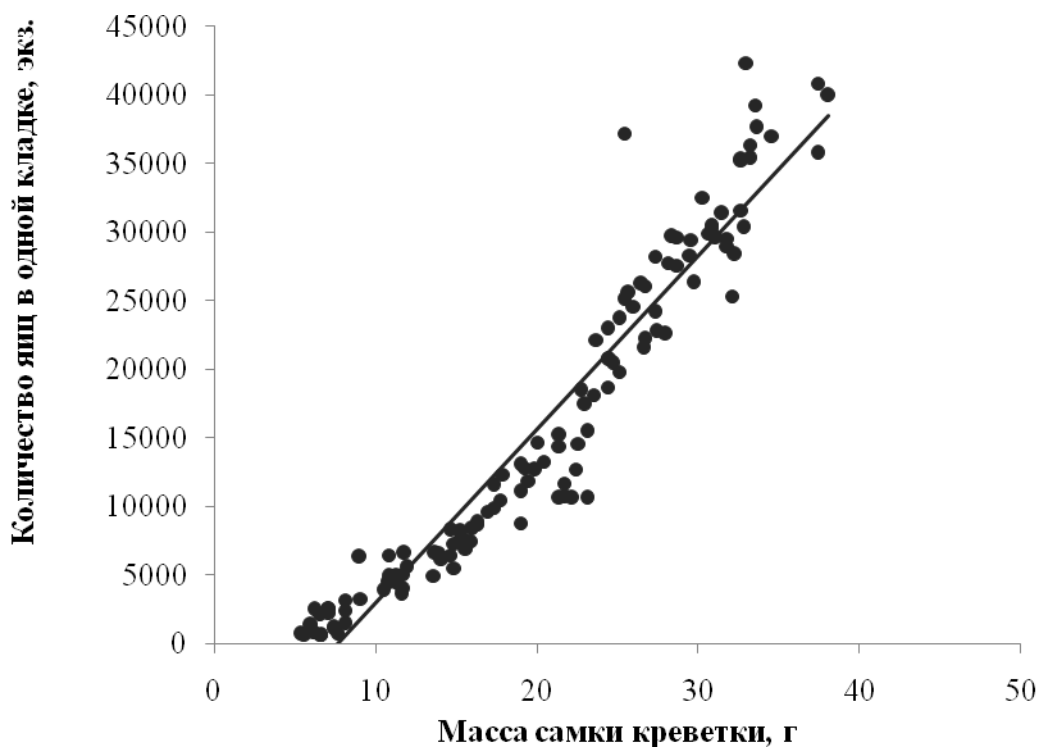


Рис. 3.12. Зависимость конечной реализованной плодовитости от массы самки гигантской креветки

Существенным показателем воспроизводительных свойств особей популяции вида является относительная плодовитость, которая отражает репродуктивную способность самок. При определении ОРП пересчет делали на единицу живого веса креветки, поскольку при вскрытии происходит неучтенная потеря воды из внутренней полости, что значительно снижает точность определения массы и делает результат сомнительным [50]. В настоящей работе

мы определяли ОРП как отношение начальной реализованной плодовитости к массе креветки (табл. 3.8).

Таблица 3.8 – Репродуктивные параметры самок гигантской креветки

Масса креветки, г	НРП, шт	ОРП, 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

Примечание: В таблице приведены среднее значение ± стандартная ошибка среднего

Сравнительный анализ средних значений НРП, КРП и ОРП проводился для особей с массой тела от 5,0 до 35,0 г. В пределах данного диапазона масс различия средних значений НРП и ОРП подтверждали критерием Стьюдента ($t = 12,22$; $p < 0,001$), также как и средние значения КРП и ОРП ($t = 10,85$; $p < 0,001$). Различия между средними значениями НРП и КРП также статистически значимы ($t = 2,76$; $p = 0,0065$).

Как установлено в ходе экспериментальных работ в процессе эмбриогенеза по разным причинам (различные заболевания, обрастания эпибионтами, механическое повреждение и т. д.) происходят потери части яиц, при этом выживаемость эмбрионов зависит от длины самки .

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние линейных размеров самки на выживаемость креветок на стадии эмбриогенеза (табл. 3.9).

Таблица 3.9 – Результаты дисперсионного анализа влияния линейных размеров самки на выживаемость креветок на стадии эмбриогенеза

Фактор	SS	MS	F	p
Длина	26502,85	6625,71	103,50	<0,001

Остаточная	3200,68	64,01		
------------	---------	-------	--	--

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Разница между НРП и КРП, показывающая потери яиц при инкубации, составляет 20% для самок длиной от 7,5 до 8,5 см. С увеличением линейных размеров тела самки до 13,5 – 14,5 см выживаемость эмбрионов возрастает до 93% ($p < 0,001$). Таким образом, потери яиц в процессе эмбриогенеза у более крупных самок гораздо ниже, чем у мелких. Полученные данные согласуются с литературными [37, 77].

Численность размножающихся самок.

Нами была проведена оценка численности размножающихся самок в период содержания в условиях питомника (с октября по апрель). Ежедневно производился контроль на наличие кладок у самок. Анализ полученных результатов (табл. 3.10.) показал, что количество размножающихся самок увеличивается, достигая максимума в октябре. Затем количество размножающихся самок от осени к зиме, а затем к весне уменьшается вдвое.

Таблица 3.10 – Количество размножающихся самок гигантской креветки в период с 2008 г по 2012 г

Месяц	Количество размножающихся самок, %				
	2008 г	2009 г	2010 г	2011 г	2012 г
Январь	-	56,5	50,6	50,0	37,7
Февраль	-	48,8	40,6	31,2	28,8
Март	-	37,6	28,2	22,9	16,5
Апрель	-	35,3	12,4	8,2	6,5
Октябрь	77,1	72,9	75,3	66,5	-
Ноябрь	74,7	70,0	63,5	58,2	-
Декабрь	65,3	58,2	51,2	46,5	-

Кроме того, было отмечено значительное уменьшение процента размножающихся самок не только по месяцам от осени к весне, но и по годам, минимум был характерен для апреля 2012 г. (6,5%).

В ходе исследований мы столкнулись с таким явлением, как потеря кладок яиц самками на начальной стадии их развития. Поэтому была поставлена задача, исследовать смертность эмбрионов на ранних стадиях их развития в экспериментальных условиях питомника. Ежедневно отмечалось количество самок, сбросивших кладки на ранних стадиях эмбрионального развития (табл. 3.11.).

Таблица 3.11 – Количество самок, сбросивших икру в начальный период вынашивания в течение 2008 – 2012 гг.

Месяц	Количество самок, сбросивших икру в начальный период вынашивания, %				
	2008 г	2009 г	2010 г	2011 г	2012 г
Январь	-	15,6	19,8	36,5	53,1
Февраль	-	21,7	21,7	43,4	57,1
Март	-	32,8	37,5	64,1	67,9
Апрель	-	35	42,9	78,6	81,8
Октябрь	3,1	8,1	18,8	23	-
Ноябрь	1,6	6,7	32,4	40,4	-
Декабрь	14,4	19,2	32,2	51,9	-

Анализ полученных результатов показал, что в 2008 – 2009 гг. процент самок, сбросивших яйца в начальном периоде вынашивания в пределах одного сезона размножения, возрастал (от октября к апрелю) с 3% до 35%. Кроме того, было отмечено значительное увеличение процента потери кладок яиц не только по месяцам от осени к весне, но и по годам, максимум был достигнут в апреле 2012 г (81,8%).

В результате потери самками кладок яиц на начальной стадии их развития снижается процент самок, которые вынашивают яйца до конца и дают потомство (рис. 3.13).

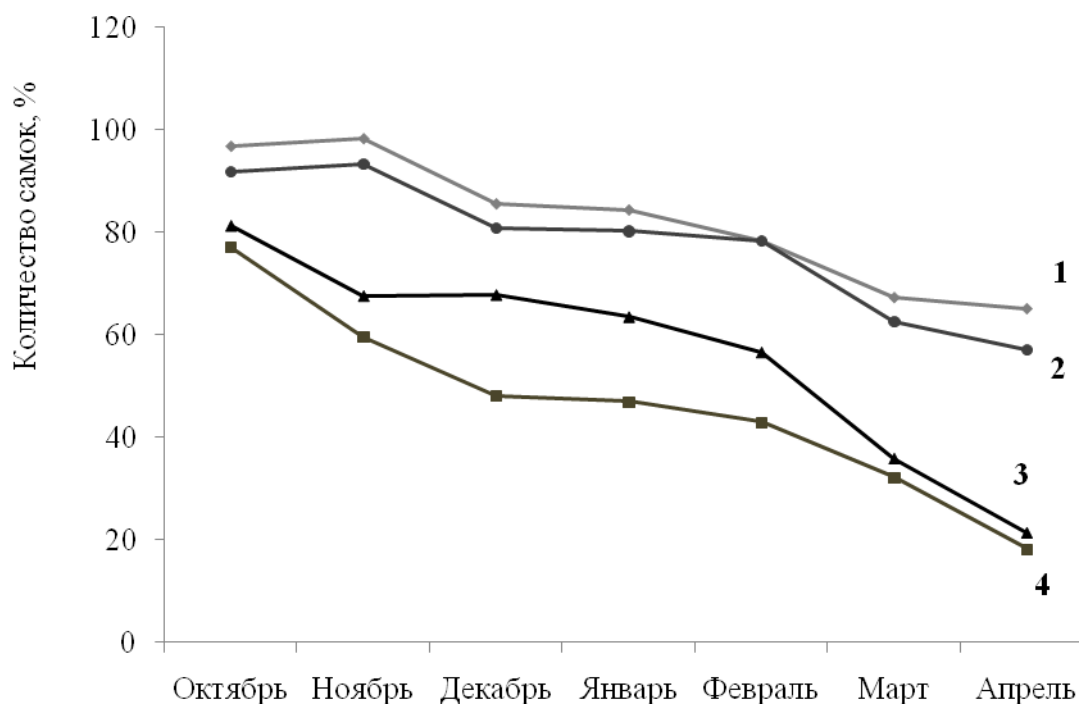


Рис. 3.13. Количество самок, выносивших кладки яиц до конца эмбрионального развития (1 – 2008 – 2009 гг.; 2 – 2009 – 2010 гг.; 3 – 2010 – 2011 гг.; 4 – 2011 – 2012 гг.)

Увеличение процента потери кладок в пределах одного сезона размножения, вероятно, связано с увеличением количества самок, вынашивающих неоплодотворенные яйца и появлением самок с кладками, пораженными грибковыми заболеваниями [67].

В нашем экспериментальном комплексе маточное стадо креветок не обновлялось с 2000 года, как результат, спаривание близкородственных особей (инбридинг), которое также могло быть причиной снижения плодовитости животных [62].

3.3. Выращивание личинок гигантской креветки

Личинка выходит из яйца на стадии зоеа, для которой характерно разделение тела на головогрудь, сегментированное брюшко и слабо развитые конечности. Переход к последующей новой стадии происходит в результате линек, во время которых личинки активно растут. В период личиночного роста креветки плавают в толще воды (только во время линек личинки опускаются на дно), передвигаясь путем резких вертикальных движений, головой вниз. Такое положение обусловлено массивностью головогрудного отдела по сравнению с другими частями тела.

В нашем экспериментальном креветочном комплексе личинок гигантской креветки, полученных в результате нереста самок, выращивали в инкубаторах (рис. 3.14) объемом 300 л (рабочий объем 280 л) и 160 л (рабочий объем 150 л) с солоноватой водой (соленость 10 – 14‰). В ходе экспериментальных работ воду с необходимой для выращивания личинок соленостью получали путем разбавления черноморской воды ($S \sim 18\text{‰}$) обычной водопроводной, которую предварительно отстаивали и профильтровывали. Температура воды в аппаратах поддерживалась в диапазоне 24 – 34°C. В инкубаторах осуществлялась постоянная фильтрация и аэрация воды. Для предотвращения попадания личинок в фильтр забор воды производился с использованием насадок (из поролона, а также трубки обтянутые газом ячейй 112 мкм). Гидрохимические показатели среды содержания поддерживали на оптимальном для личинок креветки уровне (рН среды – 7,5 – 8,0; количество растворенного кислорода около 70%; концентрации нитритов – 0,1 мг/л, нитратов – не более 10 мг/л; оптимальный фоторежим 14:10 (свет:темнота)) [27, 58, 80].

При культивировании личинок мы применяли «метод чистой воды» (в инкубаторах, где выращивали личинок, ежедневно осуществляли подмену 100% воды).



Рис. 3.14. Инкубаторы для выращивания личинок гигантской креветки

Размерно-массовые характеристики.

В период личиночного метаморфоза размеры креветок изменяются, возрастая от $1,69 \pm 0,03$ мм на I-ой стадии до $7,84 \pm 0,11$ мм на XI. Таким образом, происходит увеличение показателей размерных характеристик в 4,6 раза. Наши данные достаточно близки к результатам, полученным другими авторами, так, например, согласно И. Уно и С. Квон [166] личинка на I стадии имеет длину 1,92 мм, на XI стадии – 7,73 мм. По данным Н. П. Ковачевой [27] длина личинок на первой стадии составляет $2,3 \pm 0,014$ мм, а на последней – $7,9 \pm 0,023$ мм.

Уже в фазе личиночного цикла выявлены высокие темпы роста гигантской креветки. Личинки быстро набирают массу, которая по мере роста изменяется от $0,079 \pm 0,003$ мг до $4,134 \pm 0,027$ мг. Увеличение этой величины за период метаморфоза происходит в 52 раз.

Согласно нашим наблюдениям продолжительность развития креветок от личиночной стадии до постличинок в среднем составляет 25 – 31 сутки. При этом, первые постличинки появляются на 17 – 20 сутки с момента выклева. По данным российских ученых средняя продолжительность личиночного развития при использовании установок замкнутого цикла составляла 30 – 36 суток, а первые постличинки появлялись на 26 – 27 сутки [28]. В Белоруссии при выращивании личинок в искусственной морской воде, продолжительность периода их развития

составила 29 – 55 суток [77]. В условиях тропиков продолжительность личиночного развития колеблется от 35 до 50 суток [139, 166].

Каждая из 11 личиночных стадий гигантской креветки проходит за 1 – 4 суток, но не все личинки линяют одновременно. В таблице 3.12 приведены данные о продолжительности развития личинок гигантской креветки.

Таблица 3.12 – Продолжительность развития личинок гигантской креветки

Сутки	Стадии личиночного развития	Доля личинок на каждой стадии развития, %
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

Примечание: P1 – postlarvae (постличинка)

Наибольшая неравномерность линек у креветок наблюдается на 13 – 19 сутки, то есть на последних стадиях развития, перед метаморфозом личинки в постличинку. Такая несинхронность линек усиливает каннибализм у креветок, и, как следствие, снижает их выживаемость на данном этапе развития. Данный негативный фактор отмечается и другими авторами [27]. Многие исследователи сходятся во мнении, что для повышения выживаемости гидробионтов необходимо синхронизировать процесс линьки у личинок в условиях аквакультуры [102, 145], чего можно достичь путем полного контроля и управления условиями содержания

креветок: температурой и соленостью воды, содержанием растворенного в ней кислорода, азотных соединений, кормовых организмов на единицу объема на всех стадиях выращивания.

В ходе исследований была выявлена зависимость роста и развития личинки креветки от величины солености воды (рис. 3.15). Согласно нашим данным, увеличение показателя солености воды с 10‰ до 12‰ приводит к сокращению срока метаморфоза у личинок, однако дальнейшее возрастание этого показателя до 14‰ увеличивает этот период развития креветки. Таким образом, одной и той же длины личинки гигантской креветки достигают при солености 10‰ за 31 сутки, 12‰ – 21 сутки, 14‰ – 27 суток.

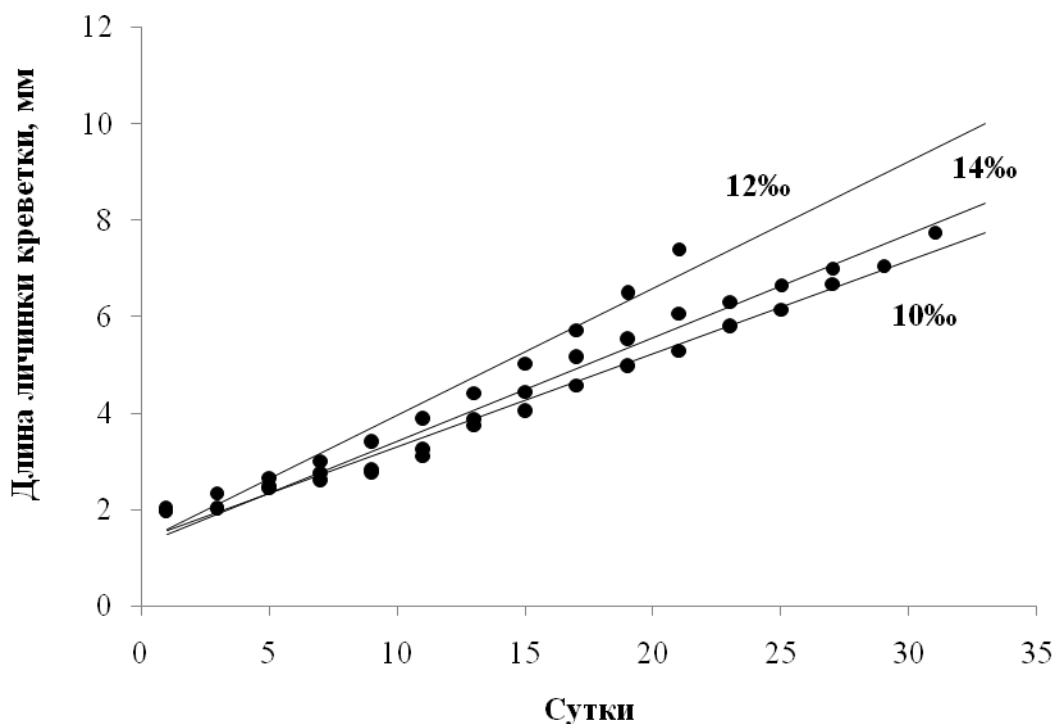


Рис. 3.15. Размерно-временные характеристики личинок гигантской креветки при разных значениях солености воды

Зависимость длины тела личинки от продолжительности периода роста может быть аппроксимирована линейным уравнением:

при солености 10‰ ($R = 0,994$; $F = 1192,45$; $df = 15$; $p < 0,001$):

$$L = 1,382 + 0,193T (R^2 = 0,988), \quad (3.6)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 11192,45 > F_{\text{табл}} = 4,60$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,1448$.

Фактические значения: $t_0 = 13,3938$; $t_1 = 34,5318$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

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

$$L = 1,348 + 0,262T \quad (R^2 = 0,969), \quad (3.7)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 283,23 > F_{\text{табл}} = 5,12$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,2622$.

Фактические значения: $t_0 = 6,8232$; $t_1 = 16,8295$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

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

$$L = 1,283 + 0,214T \quad (R^2 = 0,977), \quad (3.8)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 512,74 > F_{\text{табл}} = 4,75$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,1788$.

Фактические значения: $t_0 = 8,3938$; $t_1 = 22,6437$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

Также отмечается существенное влияние соленость воды на выживаемость личинок гигантской креветки. Максимальная выживаемость личинок (56%) наблюдалась при солености 12‰. Понижение данного показателя до 10‰ отрицательно сказывается на росте личинок креветки и приводит к снижению процента выживаемости до 10%. Повышение значения солености до 14‰ также снижает выживаемость личинок до 44%.

Дисперсионный анализ подтвердил влияние солености на продолжительность периода личиночного развития и выживаемость креветок (табл. 3.13).

Таблица 3.13 – Результаты дисперсионного анализа влияния солености на продолжительность личиночного развития и выживаемость креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Соленость (продолжительность)	489	245	29	<0,001
Соленость (выживаемость)	13770	6885	160	<0,001

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Выживаемость креветок на стадии личиночного развития была значимо выше при солености 12‰ (табл. 3.14). При солености воды 10‰ и 14‰ сроки личиночного развития значимо выше, чем при солености 12‰.

Таблица 3.14 – Сравнение показателей выживаемости и продолжительности развития креветок при разных показателях солености воды

Соленость		12‰	14‰
10‰	продолжительность	$p < 0,001$	$p = 0,020$
	выживаемость	$p < 0,001$	$p < 0,001$
12‰	продолжительность	-	$p < 0,001$
	выживаемость	-	$p = 0,0013$

Несомненная связь наблюдается между темпами личиночного развития креветки и температурным показателем среды. Чем выше температура воды, тем быстрее происходит личиночный метаморфоз. Одинаковых размеров креветки достигают при температуре 28°C за 40 суток, при 30°C за 30 суток, а при 31°C за 24 суток (рис. 3.16).

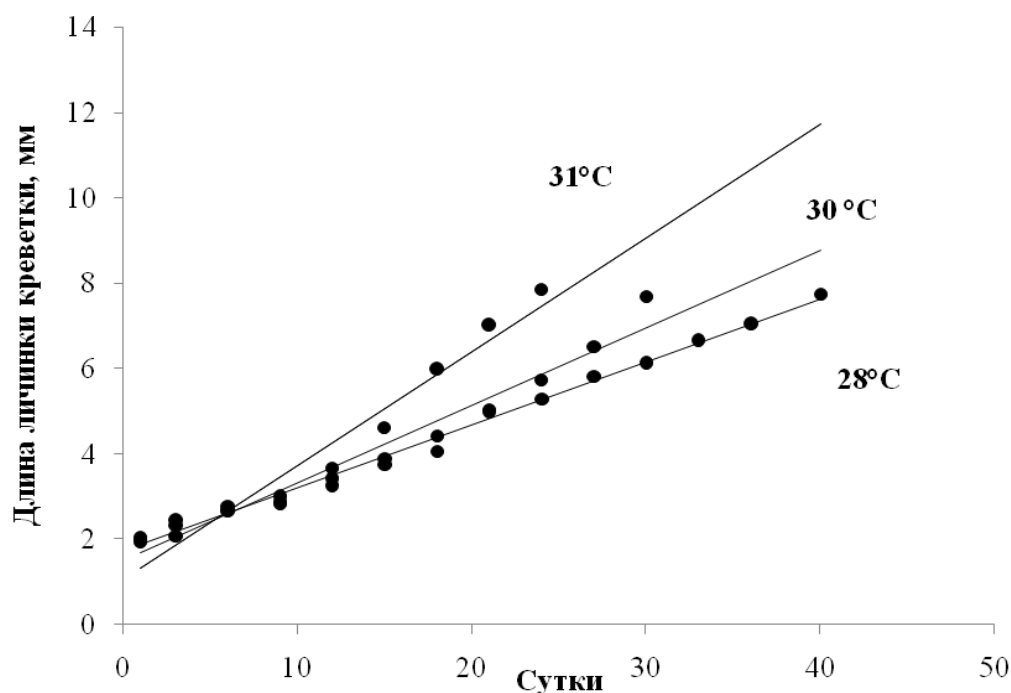


Рис. 3.16. Размерно-временные характеристики личинок гигантской креветки при разных значениях температуры воды

Зависимость длины тела личинки от продолжительности периода роста может быть аппроксимирована линейным уравнением:

при температуре 31°C ($R = 0,979$; $F = 160,14$; $df = 9$; $p < 0,001$):

$$L = 1,067 + 0,267T \quad (R^2 = 0,958), \quad (3.9)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Регрессионная модель статистически значима, так как $F_{\text{факт}} = 160,14 > F_{\text{табл}} = 5,59$.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,3646$.

Фактические значения: $t_0 = 3,5406$; $t_1 = 12,6548$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

при температуре 30°C ($R = 0,982$; $F = 245,61$; $df = 10$; $p < 0,001$):

$$L = 1,507 + 0,182T \quad (R^2 = 0,964), \quad (3.10)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Регрессионная модель статистически значима, так как $F_{\text{факт}} = 245,61 > F_{\text{табл}} = 5,12$.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,2622$.

Фактические значения: $t_0 = 7,3141$; $t_1 = 15,6718$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

при температуре 28°C ($R = 0,995$; $F = 1268,36$; $df = 13$; $p < 0,001$):

$$L = 1,734 + 0,147T \quad (R^2 = 0,991), \quad (3.11)$$

где L – длина личинки в мм, T – продолжительность периода роста личинок в сутках.

Регрессионная модель статистически значима, так как $F_{\text{факт}} = 1268,36 > F_{\text{табл}} = 4,75$.

Оценку статистической значимости параметров регрессии и корреляции проводили с помощью t – критерия Стьюдента.

Табличное значение: $t_{\text{табл}} = 2,1788$.

Фактические значения: $t_0 = 18,1518$; $t_1 = 35,6139$.

Расчетные критерии t_0 и t_1 больше табличного, следовательно, они статистически значимы.

Зависит от температурных показателей воды и выживаемость личинок гигантских креветок. Наибольшая выживаемость личинок (56%) наблюдается при температуре 31°C. При понижении значения температуры до 24°C выживаемость личинок снижается до 2%. С повышением температуры более 32°C, наблюдается массовая гибель личинок.

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние температуры на продолжительность периода личиночного развития и выживаемость креветок (табл. 3.15).

Таблица 3.15 – Результаты дисперсионного анализа влияния температуры на продолжительность личиночного развития и выживаемость креветок

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

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Максимальная выживаемость креветок на стадии личиночного развития и минимальная продолжительность периода развития достоверно отмечались при температуре 31°C (табл. 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнение показателей выживаемости и продолжительности развития креветок при разной температуре воды

Температура		30°C	31°C
28°C	продолжительность	p = 0,0004	p<0,001
	выживаемость	p<0,001	p<0,001
30°C	продолжительность	-	p<0,001
	выживаемость	-	p = 0,029

Таким образом, соленость и температура являются доминирующими факторами в период личиночного метаморфоза гигантской креветки. Так при снижении температурных показателей воды, стадии личиночного метаморфоза становятся более длительными, а выживаемость личинок снижается. С возрастанием температуры, превышающей оптимальное значение, продолжительность личиночных стадий резко сокращается вплоть до того, что личинка не проходит полностью всех стадий своего развития, что также существенно снижает выживаемость. Личинки более толерантны к колебаниям солености воды, однако резкое изменение этого показателя в процессе метаморфоза, отрицательно сказывается на росте и выживаемости креветки, при этом, следует отметить, что личинки более лабильны к повышению этого показателя, чем к его снижению. В наших экспериментах при оптимальном сочетании солености (12‰) и температуры (31°C) первые постличинки появлялись через 17 – 20 суток, а 94% личинок переходило в стадию постличинки на 24 сутки.

Плотность посадки.

Для повышения эффективности выращивания креветки на стадии личиночного развития предварительно необходимо было определить наиболее оптимальные плотности посадки личинок. В связи с этим был проведен соответствующий эксперимент, по результатам которого была установлена фактическая зависимость выживаемости личинок гигантской креветки от величины плотности посадки.

Значимое влияние плотности посадки на выживаемость личинок креветки показал однофакторный дисперсионный анализ (табл.3.17).

Таблица 3.17 – Результаты дисперсионного анализа влияния плотности посадки на выживаемость личинок креветки

Фактор	SS	MS	F	p
Плотность посадки	5025	1256	20	<0,001
Остаточная	3380	61		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Минимальная выживаемость креветок была отмечена при плотности посадки 120 экз./л. При уменьшении плотности посадки до 50 экз./л выживаемость личинок увеличилась в 1,7 раз. Однако низкая плотность посадки снижает рентабельность производства. Таким образом, согласно полученным данным был сделан вывод о том, что 90 – 100 экз./л – это наиболее оптимальные плотности посадки личинок. Наши результаты близки к литературным, согласно которым выживаемость личинок (при плотности посадки 100 экз./л) в контролируемых условиях замкнутого цикла водообеспечения в среднем составили 52% [27], в рециркуляционной системе (при плотности посадки 100 экз./л) – 45% [170].

Снижение выживаемости личинок.

В условиях нашего питомника в результате многолетних наблюдений было отмечено значительное снижение выживаемости личинок по годам (при соблюдении всех нормативов культивирования). Так, например, в 2008 году при температуре воды в инкубаторе 30°C выживаемость личинок составила 49%, а уже в 2013 году – только 31%; при 31°C – 56% (2008 г) и 38% (2013 г). Одной из причин снижения численности личинок могло быть влияние инбридинга (в нашем питомнике потомство получали от производителей, состоящих в близкородственных отношениях, поскольку маточное стадо не обновлялось на протяжении 13 лет), первые признаки которого, согласно литературным данным [23], проявляются в низком выходе личинок из икры и в дальнейшем снижении их выживаемости. Уменьшение выживаемости личинок креветки в искусственных условиях питомника также происходит за счет заболеваний возникающих при несоблюдении биотехнологических норм культивирования.

Питание личинок гигантской креветки.

При экспериментальном выращивании гигантской креветки лучшим кормом для ее личинок на стадии зоэа являются науплии *Artemia salina* (подкласс *Branchiopoda*, отряд *Anostraca*).

Технология массового получения стартового живого корма включает в себя активацию диапаузирующих яиц артемия 33%-ной перекисью водорода (0,1 – 0,3 мг/л) и инкубацию в сосудах из обычного или оргстекла, или из другого прочного материала, подходящего для данного процесса, имеющие форму конуса. Сосуды заполнены солевым раствором (50 г соли на 1 л воды) или морской водой и снабжены аэрационной установкой и электронагревателями. Перед вылавливанием личинок аэрацию прекращают. Личинки собираются на дно сосуда, а мертвые яйца и скорлупа всплывают к поверхности раствора. Вылавливать личинок можно с помощью стеклянной трубки, тонкого резинового шланга и сачка из густой капроновой ткани (с ячейей не более 0,25 мм).

Время выхода личинок из яиц зависит от температуры раствора. Время инкубации сокращается при повышении температуры воды в аппаратах до 30°C, однако при этом зачастую наблюдается массовая гибель выклюнувшихся науплиев даже при интенсивной аэрации. Вероятно, в этом случае происходит интоксикация рачков продуктами метаболизма, накапливающимися в воде. При 25 – 28°C выход происходит через 30 – 36 ч, при 28 – 30°C через 24 – 28 ч. Оптимальной для выклева яиц артемии обычно называют температуру 25 – 27°C. Цвет личинок светло-желтый, бежевый, оранжевый.

Уровень выклева науплиев из яиц зависит от их качества, происхождения и других факторов. Нами использовались сухие яйца артемии собранные в экологически чистых соленых озерах Сибири (85% выклев), сырые яйца артемии собранные на Сиваше и в Куяльнике (65% выклев), сырые яйца артемии собранные на соленых озерах Красноперекопска (20% выклева). При культивировании личинок гигантской креветки необходимо закупать корма высокого качества.

Главное условие для успешного выращивания личинок креветок является наличие достаточного количества корма в инкубаторах. Живые корма – необходимое условие роста и развития личинок, особенно на первых стадиях развития (I – IV стадии). Поддержание высокой концентрации корма на протяжении всего личиночного периода обеспечивает высокий процент выхода постличинок из личинок.

Вышедшие из яйца личинки первые 1 – 2 суток не питаются, находясь на эндогенном питании (рассасывание зародышевого желтка). На третьи сутки они получают живой корм – однодневные науплии артемии.

Обычна концентрация корма для личинок – 5 науплиев/мл воды. В период развития личинок, который может продолжаться в зависимости от температурных условий, от 25 до 31 суток, необходимо ежедневно проверять концентрацию корма. И при ее снижении, добавлять в инкубаторы необходимое количество.

На 4 – 7 сутки (III – V стадии) в рацион личинок добавляли вареные яйца, фарш из рыбы (обработанный водой, достигшей температуры не менее 95° С). На ночь рекомендуется давать живой корм, науплии артемии.

Состав и размер частиц пищи, а также режим кормления меняли в зависимости от стадии личиночного развития креветок. Схема кормления представлена в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Схема кормления личинок гигантской креветки

Стадия развития	Размер частиц, мкм (тертые яйца / рыбный фарш)	Режим кормления, раз/сут.	
		<i>A. salina</i>	яйца / рыбный фарш
II – III	–	6	–
IV – VI	300	5	1 / 0
VII – VIII	500	5	1 / 1
IX – P1	800	6	1 / 1

3.4. Выращивание молоди гигантской креветки

После последней стадии происходит метаморфоз личинки в постличинку (рис. 3.17), которая ведет уже донный образ жизни. Из инкубаторов постличинку пересаживали в выростные емкости, с предварительной адаптацией к пресной воде (в течение суток соленость воды снижали с 12‰ до 0‰).



Рис. 3.17. Постличинки гигантской креветки

В нашем питомнике молодь гигантской креветки содержали в пластиковых бассейнах объемом 4,5 м³ (рабочий объем 3,6 м³, рабочая глубина 0,4 м) и объемом 1,4 м³ (рабочий объем 1,2 м³, рабочая глубина 0,8 м) с пресной водой (рис. 3.18).



Рис. 3.18. Бассейны для выращивания молоди гигантской креветки

Каждый бассейн имел системы фильтрации, аэрации и терморегуляции воды. Температура воды поддерживалась на уровне 26 – 28°C. Для предотвращения попадания постличинок креветки в фильтр забор воды производился с использованием насадок, покрытых газом ячеей 900 мкм. Гидрохимические параметры среды выращивания поддерживали на оптимальном

для креветок уровне (такие же, как и для взрослых особей). С целью увеличения плотности посадки и повышения выживаемости креветок создавали искусственные укрытия, из кусков дели, черепицы и камней.

Размерно-массовые характеристики.

В условиях питомника длина тела только что прошедших линьку постличинок составляла $8,23 \pm 0,08$ мм, а масса $5,159 \pm 0,227$ мг.

В течение первых двух недель выращивания постличинок гигантской креветки их линейные размеры увеличились в 2,5 раз ($20,24 \pm 1,01$ мм), а масса возросла практически в 6,0 раза ($30,89 \pm 2,19$ мг). Выживаемость 96%.

Зависимость массы от длины тела креветок показана на рисунке 3.19. Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок был равен 0,970 ($F = 979,31$; $df = 106$); корреляция была статистически значимой ($p < 0,001$). В интервале линейных размеров от 9,0 до 32,0 мм зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 2,114 L - 11,9 (R^2 = 0,942), \quad (3.12)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 979,31 > F_{\text{табл}} = 4,00$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

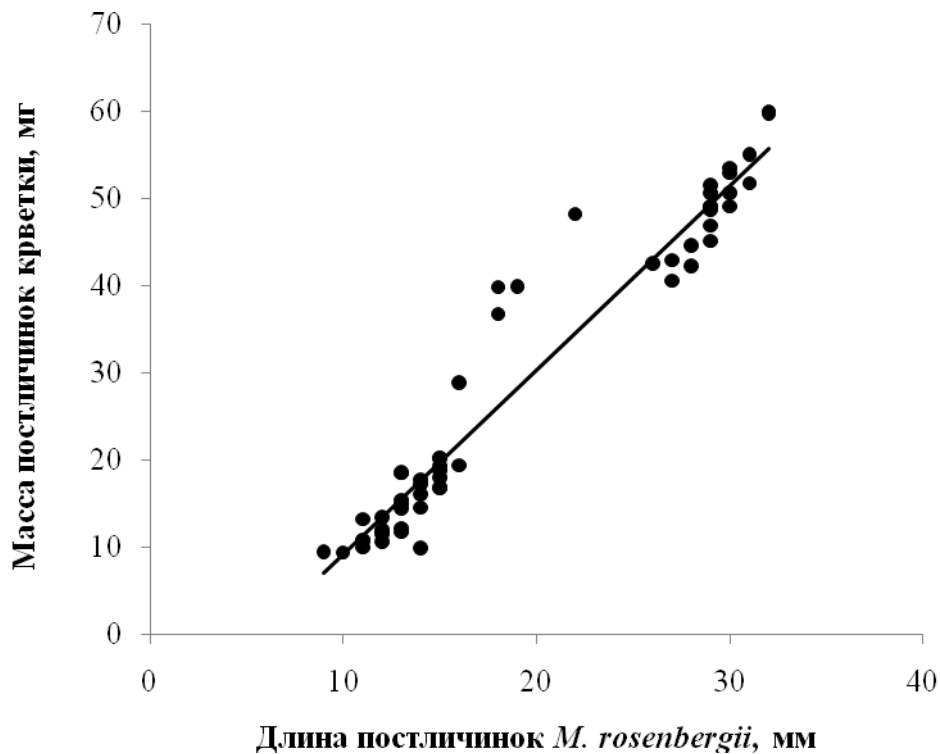


Рис. 3.19. Зависимость массы от длины постличинок в первые две недели их выращивания

В течение первых двух недель молодь креветки содержали при плотности посадки 2000 экз./м². Подросшую двухнедельную молодь креветки содержали 45 суток при плотности посадки 500 экз./м².

Через 45 суток средние размеры креветок составили $5,62 \pm 0,07$ см (от 3,9 до 9,0 см), масса – $1,69 \pm 0,07$ г (от 0,44 до 4,64 г). Полученная зависимость массы от длины тела креветок (рис. 3.20) может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 0,882 L - 3,278 \quad (R^2 = 0,857), \quad (3.13)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 1500,41 > F_{\text{табл}} = 3,87$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок равен 0,926; корреляция статистически значима ($p < 0,001$).

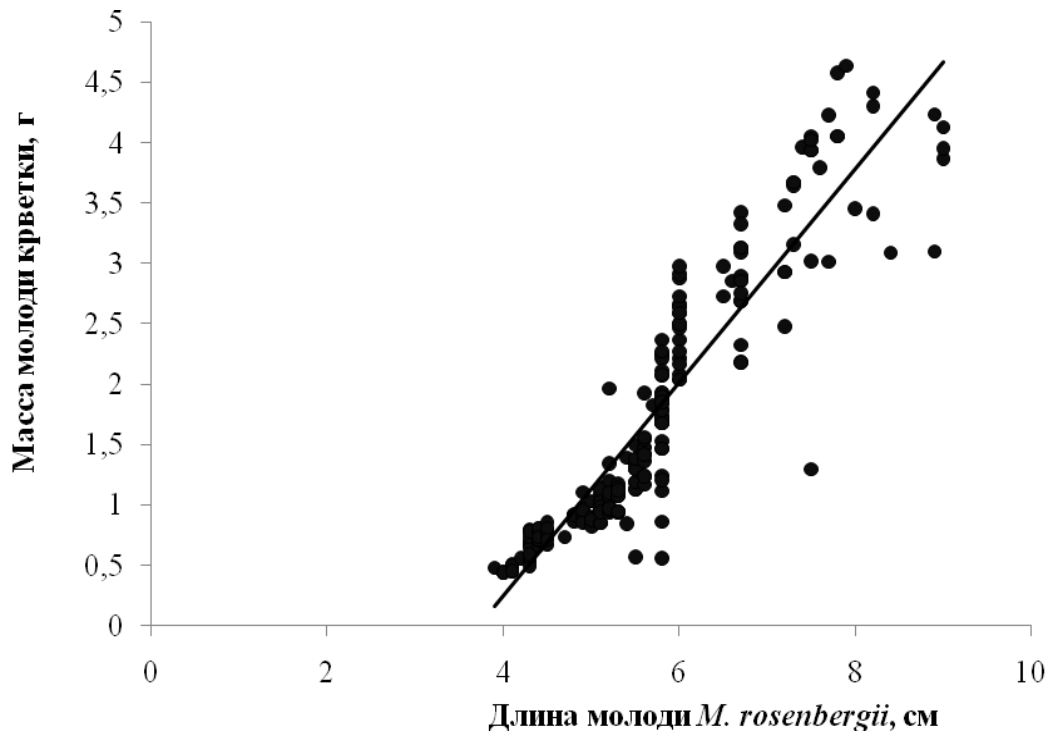


Рис. 3.20. Зависимость массы от длины молоди креветки

Плотность посадки.

Доминирующим фактором, влияющим на выживаемость и рост молоди, является плотность их посадки. В первую неделю содержания постличинок допускается плотность посадки 5000 экз./м², к концу первого месяца – не более 2000 экз./м², к концу второго – 500 экз./м², а к концу третьего – 300 экз./м² [60]. Из-за чрезмерной плотности посадки наблюдаются случаи массового каннибализма, что ведет к высокой смертности молоди гигантской креветки.

Результаты проведенного нами эксперимента по выявлению оптимальной плотности посадки показали, что при увеличении количества креветок от 100 до 5000 экз./м² их выживаемость снижается с 94 до 39 % за 45 суток подращивания (табл. 3.19).

Таблица 3.19 – Влияние плотности посадки на выживаемость молоди гигантской креветки

№	Начальная численность	Выживаемость креветки,	Средняя длина креветок в конце
---	-----------------------	------------------------	--------------------------------

	креветки, экз./м ²	%	эксперимента, 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

Примечание: В таблице приведены среднее значение ± стандартная ошибка среднего

Максимальные средние размеры молоди креветок ($5,83 \pm 0,16$ см) зафиксированы при минимальной плотности посадки (100 экз./м²). Увеличение плотности посадки креветок до 500 экз./м² ведет к уменьшению их размеров в 1,1 раза, до 1000 экз./м² – в 2,1 раз, а максимальная плотность посадки молоди (5000 экз./м²) снижает их размеры в 2,6 раза.

Плотность посадки молоди креветки в бассейнах оказала значимое влияние на рост и выживаемость креветок (табл. 3.20).

Таблица 3.20 – Результаты дисперсионного анализа влияния плотности посадки на рост и выживаемость креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Плотность посадки (линейный рост)	1614	322	492	<0,001
Плотность посадки (выживаемость)	34217	6843	119	<0,001

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Выживаемость и линейный рост молоди гигантской креветки, выращиваемой при плотности посадки 100, 200, 500 экз./м² была значимо выше, чем у молоди – при плотности посадки 1000, 2000, 5000 экз./м² (табл. 3.21)

Таблица 3.21 – Сравнение показателей выживаемости и линейных размеров креветок при разной плотности посадки

Плотность посадки		200	500	1000	2000	5000
100	выживаемость	p = 0,916	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	рост	p = 0,077	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
200	выживаемость	-	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	рост	-	p = 0,017	p<0,001	p<0,001	p<0,001
500	выживаемость	-	-	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	рост	-	-	p<0,001	p<0,001	p<0,001
1000	выживаемость	-	-	-	p = 0,056	p<0,001
	рост	-	-	-	p<0,001	p<0,001
2000	выживаемость	-	-	-	-	p = 0,062
	рост	-	-	-	-	p = 0,012

Жизнестойкая молодь гигантской креветки, выпускаемая в пруды для товарного выращивания, должна иметь длину не менее 5 см [60]. Такие параметры посадочного материала удается получить при выращивании молоди с плотностью посадки 100, 200 и 500 экз./м². Необходимо отметить, что выживаемость креветок при плотностях посадки 100 и 200 экз./м² была одинаковой (94%), а при 500 экз./м² – в 1,4 раза меньше. Некоторые исследователи рекомендуют при содержании постличинок использовать плотность посадки не превышающую 200 экз./м² [34], другие – 500 экз./м² [28]. На основании литературных и собственных данных, мы делаем вывод, что оптимальной для выращивания молоди креветки в условиях питомника является плотность посадки 500 экз./м², поскольку за одинаковый период времени мы получаем креветку необходимых размеров, но в количестве в 1,8 раз больше (p = 0,018), чем при 200 экз./м² и в 3,7 раз больше (p<0,001) – при 100 экз./м².

Температура среды содержания.

Основным абиотическим фактором, воздействующим на рост и выживаемость молоди, является температурный режим среды их содержания. Согласно полученным данным в течение 45 суток выращивания (500 экз./м²) при температуре 22 – 30°C линейные размеры креветки возрастают от $2,427 \pm 0,067$ до $5,823 \pm 0,199$ см. В этом температурном диапазоне выживаемость креветок варьирует от 85 до 51%.

Результаты дисперсионного анализа показали значимое влияние температуры воды на рост и выживаемость молоди креветок (табл. 3.22).

Таблица 3.22 – Результаты дисперсионного анализа влияния плотности посадки на рост и выживаемость креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Температура (линейный рост)	338	84	62,66	<0,001
Температура (выживаемость)	8241	2060	52,94	<0,001

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Выживаемость молоди креветки при температуре 22 °C составила 85% и была значимо выше, чем при других показателях температуры. А средние значения линейных размеров молоди гигантской креветки были значимо выше при 30°C (табл. 3.23).

Таблица 3.23 – Сравнение показателей выживаемости и линейных размеров креветок при разной температуре воды

Плотность посадки		24°C	26°C	28°C	30°C
22°C	Линейный рост	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	Выживаемость	p = 0,065	p = 0,0001	p<0,001	p<0,001

24°C	Линейный рост	-	p<0,001	p<0,001	p<0,001
	Выживаемость	-	p = 0,0089	p = 0,0017	p<0,001
26°C	Линейный рост	-	-	p = 0,0067	p<0,001
	Выживаемость	-	-	p = 0,0898	p<0,001
28°C	Линейный рост	-	-	-	p = 0,0197
	Выживаемость	-	-	-	p<0,001

Как и большинство исследователей, мы считаем оптимальной для подращивания молоди температуру 28°C, при которой мы получаем креветку с линейными размерами (более 5 см) необходимыми для товарного выращивания в прудах и выживаемостью (69%) выше, чем при 30°C (51%).

Питание молоди гигантской креветки.

Рацион питания молоди гигантской креветки не отличается от взрослых особей. В первые две недели подроста кормом для постличинок служили личинки хирономид, сухая дафния, мясо артемии. К концу первого месяца подроста в рацион включали рыбный фарш (минтай и сайда), фарш из говяжьего сердца, измельченный отварной рис и пшеничную крупу.

Суточный рацион кормления для постличинок поддерживали на уровне 100% от их массы в первые две недели подроста, к концу первого месяца – 80%, к концу второго – снижали до 30% [60].

РАЗДЕЛ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ В ПРУДАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Пруды для выращивания креветок.

В условиях Крыма, в связи с отсутствием специальных прудов для культивирования креветок, экспериментальные работы по выращиванию товарной продукции проводили в рыбоводных прудах, предназначенных для выращивания традиционных для аквакультуры Крыма пресноводных видов рыб – карпа, толстолобика, белого амура. При этом пруды подбирались и подготавливались с учетом следующих требований:

- 1) общая площадь 0,7 – 1,2 га и глубина не более 1,0 м;
- 2) ложе прудов твердое, но достаточно плодородное для лучшего развития естественной кормовой базы, что позволяет снизить расходы на корма и удобрения;
- 3) водная растительность не должна занимать более 20% площади прудов. Чрезмерное распространение растительности ухудшает гидрохимический режим, снижается уровень насыщения воды кислородом и увеличивается заиленность водоема;
- 4) обязательным условием ведения культурного прудового хозяйства также является возможность полного спуска водоема в течение 1 – 2 дней. Неровности дна и не полный спуск воды, затрудняют сбор креветок, что приводит к потере урожая.

Основные этапы при подготовке прудов: осушение; известкование; устройство убежищ; заполнение водой и удобрение.

Осушение прудов. В процессе эксплуатации рыбоводных прудов в них непрерывно увеличиваются отложения ила. Он попадает в пруды с источника водоснабжения, во время весеннего паводка, дождей. Огромное количество ила образуется в результате отмирания высшей и низшей растительности, а также

водных беспозвоночных. В рыбоводных прудах допускаются иловые отложения толщиной до 30 – 40 см. В этом слое активного ила происходят все биохимические процессы, обуславливающие естественную продуктивность водоемов [12].

Одним из эффективных мелиоративных мероприятий, предохраняющих пруды от заиления, является их осушение. Осушение прудов проводится осенью после сбора креветок. Оно необходимо для предотвращения развития нежелательных гидробионтов и болезнетворных микроорганизмов в водоеме. Пруд должен быть хорошо высушен под солнцем до трещин на дне. После высыхания, дно пруда может быть распаханно, чтобы увеличить способность к самоокислению почвы и повысить рН.

Известкование прудов. В практике прудового рыбоводства известкование часто оценивается, как основное мелиоративное мероприятие для улучшения условий внешней среды и повышения рыбопродуктивности. К успешным результатам приводит только регулярное внесение извести, особенно в пруды, находящиеся длительное время в эксплуатации (или при недостатке извести в воде и в почве).

Негашеная известь (СаО) служит для дезинфекции почвы прудов и борьбы с вредителями.

Известковать рыбоводные пруды лучше всего по влажному дну, после спуска воды, осенью или весной (табл. 4.1). Весной, если применяется негашеная (едкая) известь, то известкование должно быть закончено за 14 – 20 дней до заполнения прудов водой и посадки гидробионтов.

Таблица 4.1 –Необходимое количество известняка для разных типов почв [45]

<i>pH</i> почвы	Тип почвы	Количество известняка, кг/га
4 – 4,5	Сильнокислая	1000 – 800
4,5 – 5,5	Среднекислая	800 – 600
5,5 – 6,5	Слабокислая	500 – 400

6,5 – 7,5	Нормальная	200 – 150
-----------	------------	-----------

Заполнение водой и удобрение. Пруды заполняют водой примерно за месяц до посадки молоди креветок. Вода подается самотеком или насосом из реки или накопительного пруда через трубы, снабженные рыбозащитными устройствами (мелкой сеткой) и мельничным газом для избежания попадания икры, личинок и мальков хищных рыб, а также других нежелательных гидробионтов в выростные пруды.

Сначала пруды заполняют на глубину 30 – 40 см и добавляют органические и неорганические удобрения. В качестве органических удобрений используют коровий навоз (500 – 1000 кг/га) или куриный помет (200 – 300 кг/га), а неорганических удобрений – мочевины (10 – 30 кг/га) и суперфосфат (20 – 60 кг/га) [12].

Удобрения прудов производится с целью развития естественной кормовой базы креветок. Вначале происходит развитие фитопланктона, которое хорошо заметно по изменению цвета воды (с зеленого на бурый). После завершения цветения воды пруды полностью заливают водой и добавляют еще 5 – 10% удобрений для поддержания цветения. После этого начинается бурное развитие зоопланктонных организмов (коловраток, циклопов, дафнии и др.), донных беспозвоночных (полихет, червей, моллюсков) и личинок насекомых (хируномид), которые служат пищей креветок. В случае отсутствия цветения воды проводят дополнительное добавление удобрений, предварительно разбавляя их в воде в соотношении 1:10.

Качество воды является важным условием в достижении максимальной продукции гигантских креветок (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Оптимальные параметры среды для товарного выращивания креветок [59]

Температура воды, °С	24 – 30
Соленость, ‰	0

рН	7,0– 8,0
Сероводород, мг/л	0
Кислород (O ₂), %	30 – 50
Аммиак, мг/л	0
Нитриты (NO ₂), мг/л	менее 0,1
Нитраты (NO ₃), мг/л	не более 20

Продолжительность периода выращивания зависит от температуры и обычно колеблется от 120 до 150 дней в центральных районах Миссисипи и около 100 – 120 дней в дельте Волги в Астрахани [60].

Креветки можно выращивать круглый год. Возможны два урожая в год при условии, если есть источник воды, который имеет оптимальную температуру ($\geq 20^{\circ}\text{C}$) для роста креветок.

Выращивание молоди креветок в прудах до товарной продукции.

В наших опытах культивирование гигантской креветки происходило в водоемах южного (Балаклава), юго-западного (п.г.т. Орловка), западного (Евпатория) и северного (Красноперекоск) районов Крыма.

Выращивание товарной креветки проводили в период устойчивых значений температуры воды, более 20°C , – третья декада мая – вторая половина сентября в районе южного, юго-западного и западного Крыма и первая половина июня – середина сентября – в северной части полуострова. Вылов гигантской креветки в прудах начинали при понижении температуры воды менее 20°C .

Юго-западный Крым. Для товарного выращивания креветок в 2002 – 2003 гг. в п.г.т. Орловка (Совхоз им. Полины Осипенко) был предоставлен рыбоводный пруд общей площадью 0,6 га, глубиной от 0,3 до 0,95 м. Перед заполнением пруд очистили от сорной травы, его дно распахали и внесли органические удобрения (коровий навоз) из расчета 500 кг/га. Пруд снабжался водой из реки Кача, которая подавалась насосом.

В 2002 году молодь креветки высадили в пруд 28 мая, когда температура воды поднялась до 23°C, сбор – 18 сентября (температура воды опустилась ниже 20°C). Период товарного выращивания креветки составил 114 дней. В летний период температура воды находилась в оптимальном для этого вида креветки диапазоне от 24°C до 31°C.

В 2003 году высадку в пруд молоди креветки осуществили 30 мая (температура воды – выше 21°C), сбор 16 – сентября. Период товарного выращивания креветки составил 110 дней. Температурный режим в период выращивания находился в пределах оптимального. Однако среднемесячная температура в летний сезон была ниже аналогичной в 2002 г. на 1 – 4°C (рис 4.1).

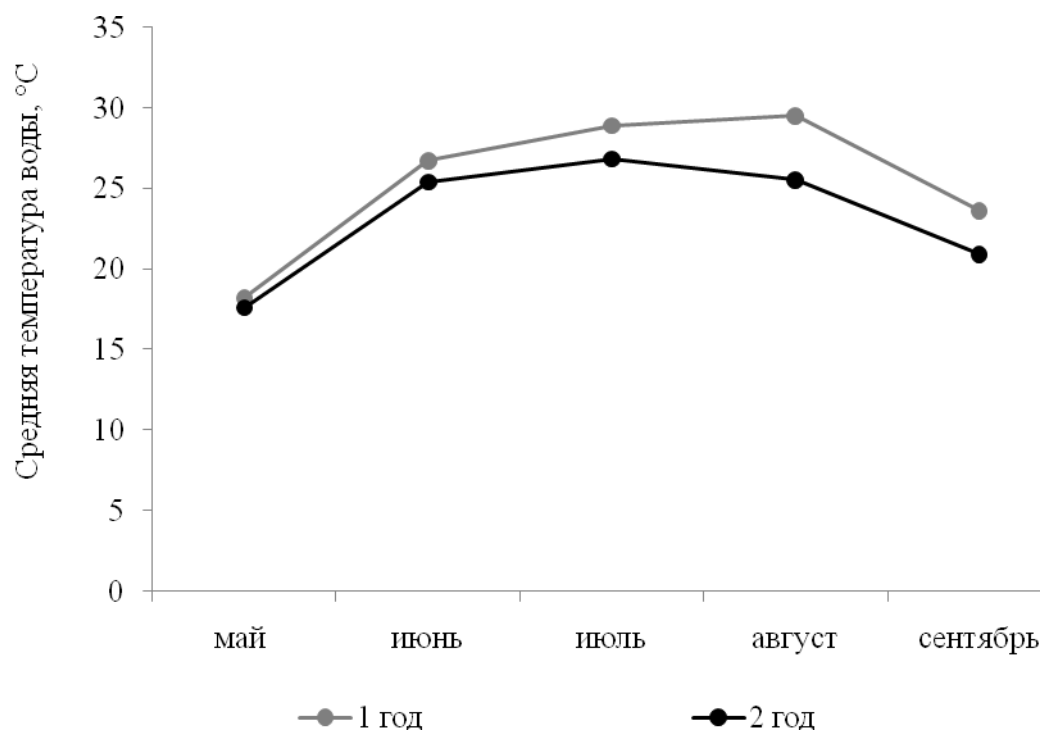


Рис. 4.1. График среднемесячной температуры воды в пруду в 2002 – 2003 гг

Плотность посадки молоди креветки в пруду в 2002 – 2003 гг. составила 10000 экз./га. Количество креветки, высаженной в пруд составило порядка 6000 экз. (как в 2002, так и в 2003 году). Пищевые потребности креветок обеспечивали как за счет естественной кормовой базы пруда, так и за счет использования

дополнительных кормов. За исследуемый период зарастание прудов водной растительностью не превышало 20% их площади.

В 2002 году при высадке креветок в пруд на подрост их средние размеры составили $5,97 \pm 0,17$ см, масса $1,65 \pm 0,09$ г. По завершению эксперимента пруд был полностью спущен (за сутки), креветки собраны и взвешены. Всего собранно 422,9 кг.

Результаты измерений показали, что линейные размеры креветок находились в диапазоне от 9,9 до 18,1 см (среднее значение – $13,81 \pm 0,17$ см), а их сырая масса колебалась от 27,1 до 202,4 г (среднее значение – $84,92 \pm 4,62$ г). Зависимость массы от длины тела креветок показана на рисунке 4.2. Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок был равен 0,95 ($F = 716,05$; $df = 179$); корреляция была статистически значимой ($p < 0,001$). В интервале линейных размеров от 9,9 до 18,1 см зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 26,08 L - 275,2 (R^2 = 0,901), \quad (4.1)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 716,06 > F_{\text{табл}} = 3,96$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Средние размеры креветок при высадке в пруд в 2003 году на подрост составили $6,23 \pm 0,19$ см и масса $1,77 \pm 0,09$ г. В конце эксперимента собрано 307,94 кг.

По окончанию сезона выращивания размеры креветок составили от 9,8 до 14,5 см в среднем $12,55 \pm 0,13$ см, масса – от 18,0 до 134,0 г в среднем $60,38 \pm 3,12$ г. В 2003 году наблюдалась такая же зависимость ($R = 0,93$; $F = 554,02$; $df = 183$; $p < 0,001$) (рис. 4.2). Зависимость может быть аппроксимирована уравнением:

$$W = 21,80 L - 213,2 (R^2 = 0,864), \quad (4.2)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 554,02 > F_{\text{табл}} = 3,95$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

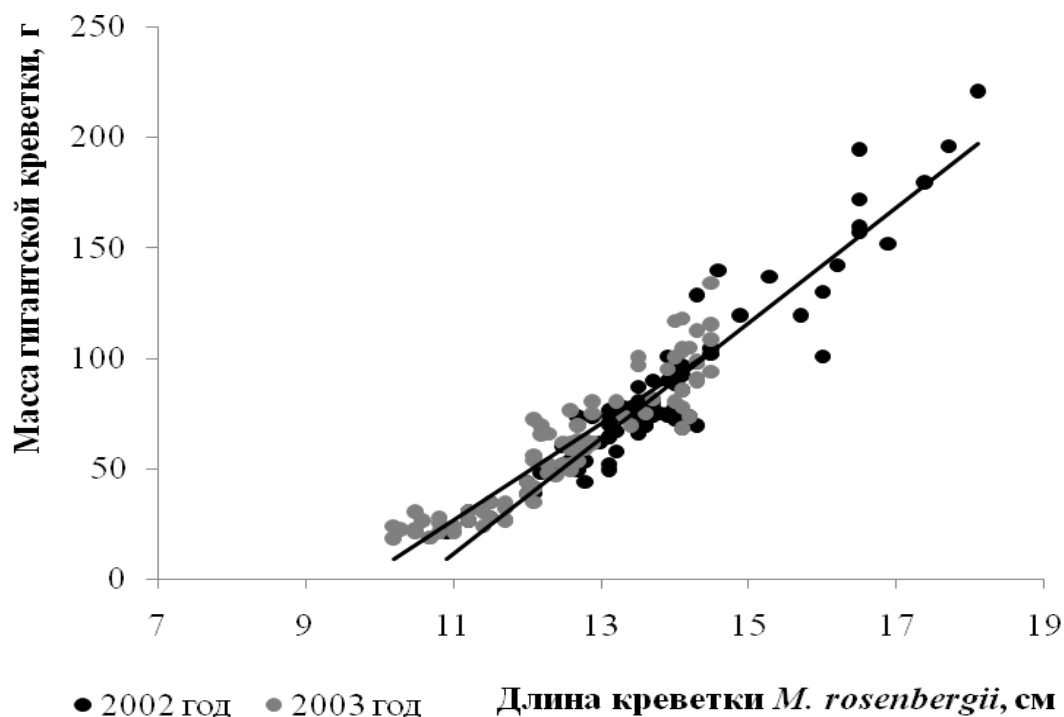


Рис. 4.2. Зависимость массы от длины тела креветки в 2002 – 2003 гг

Выживаемость креветок за период подроста составила 83% в 2002 г и 85% в 2003 г.

На рост креветок влияют разные факторы. Важнейшую роль играет температурный режим. Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние температуры на весовой рост гигантской креветки (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Результаты дисперсионного анализа влияния температуры на весовой рост креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Температура	25364	25364	20	<0,001
Остаточная	210714	1261		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Северный Крым. В 2005 году опыты по товарному выращиванию гигантских креветок проводили на территории Красноперекопского рыбохозяйственного предприятия. Общая площадь предоставленного пруда составила 0,7 га, глубиной от 0,4 до 0,8 м. При подготовке пруда к эксплуатации были проведены все необходимые мелиорационные мероприятия. Пруд снабжался водой из системы Северо-Крымского канала, которая подавалась насосом.

Молодь креветки высадили 7 июня (температура воды $>21^{\circ}\text{C}$), сбор урожая провели 16 сентября (период товарного выращивания креветки составил 102 дня). Средние размеры креветок при высадке в пруд составили $5,10 \pm 0,03$ см и масса $1,19 \pm 0,03$ г. Плотность посадки молоди креветки в прудах – 10000 экз./га. Всего высажено в водоём около 7000 экз. креветки. Пищевые потребности креветок обеспечивали как за счет естественной кормовой базы пруда, так и за счет использования дополнительных кормов. Температура воды в летний период была в пределах оптимальной $24 - 28^{\circ}\text{C}$. Во второй декаде сентября температура воды опустилась ниже 20°C . Пруд был спущен за сутки, урожай собран в количестве 255,15 кг. Заращение водоема водной растительностью составило около 40% от его площади.

По окончанию опыта линейные размеры креветок составили от 8,9 до 16,5 см в среднем $13,44 \pm 0,14$ см, масса – от 9,2 до 127,0 г в среднем $48,60 \pm 2,38$ г. Выживаемость креветок за период выращивания до товарного размера составила 75%.

Зависимость массы от длины тела креветок показана на рисунке 4.3. Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок был равен 0,91 ($F = 507,13$; $df = 156$); корреляция была статистически значимой ($p < 0,001$). В интервале линейных размеров от 8,9 до 16,5 см зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 15,82 L - 164,04 (R^2 = 0,827), \quad (4.3)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 507,13 > F_{\text{табл}} = 3,94$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

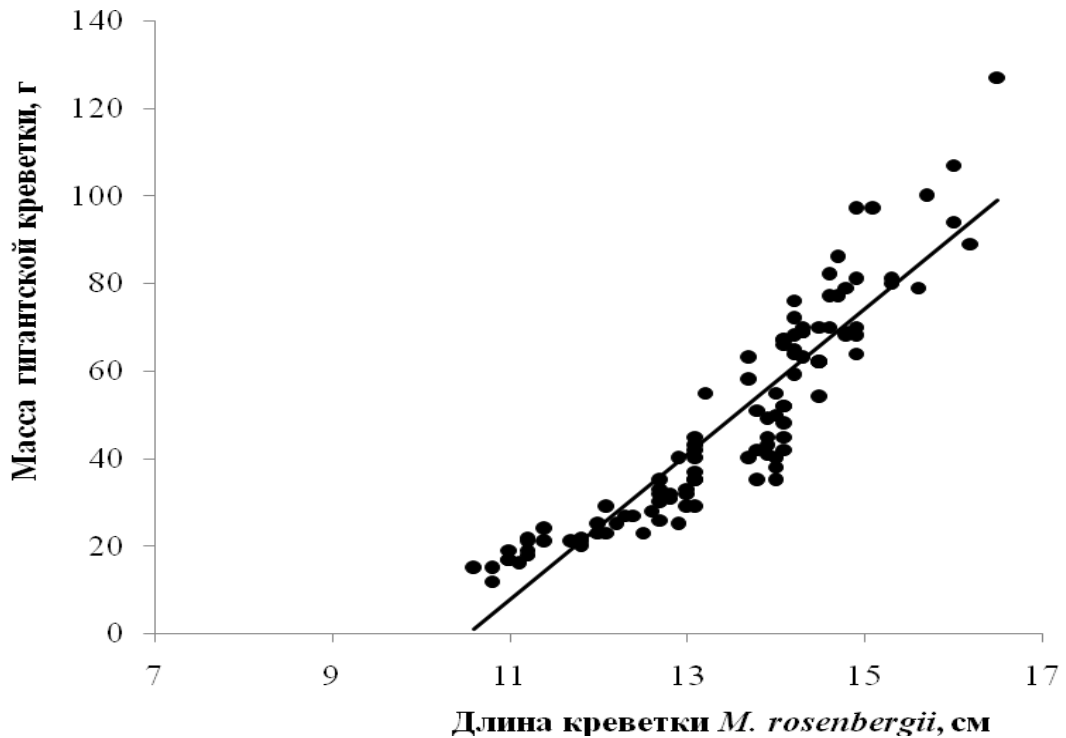


Рис. 4.3. Зависимость массы от длины тела креветки в 2005 г

Западный Крым. Для товарного выращивания креветок использовали пруд, созданный в пригороде г. Евпатория общей площадью 3,1 га, глубиной от 0,35 до 2,6 м. Перед заполнением водоёма водой, были проведены все вышеуказанные подготовительные работы. Пруд снабжался водой из системы Северо-Крымского канала, самотеком через трубы, снабженные рыбозащитными устройствами и мельничным газом, для избежания попадания икры, личинок и мальков хищных рыб, а также других нежелательных гидробионтов в выростные пруды.

Высадку молоди креветки в 2009 году осуществили 27 мая (температура воды $>21^{\circ}\text{C}$), сбор 16 сентября (период товарного выращивания креветки составил 113 дней). Температурный режим в летний период выращивания находился в

пределах 22 – 27°C у поверхности и 20 – 25°C в придонных слоях. К концу первой декады сентября температура воды снизилась до 20°C.

Средние размеры молоди креветок при высадке в пруд на подрост составили $5,07 \pm 0,02$ см и масса $0,99 \pm 0,02$ г. Плотность посадки молоди креветки в прудах – 10000 экз./га. Всего высажено порядка 31000 экз. Пищевые потребности креветок в первый месяц обеспечивали за счет естественной кормовой базы пруда, со второго месяца использовали дополнительные корма. Заращение водоема мягкой водной растительностью составило более 60% от его площади.

По завершению эксперимента пруд был спущен, но из-за большой площади и неисправности системы сброса воды, вместо необходимых 1 – 2 дней, спуск водоема занял 5 дней. За это время температура воды снизилась до 18°C, что значительно снизило активность креветок. Заросли водной растительности и не полный спуск воды не позволили собрать креветку в полном объеме. Фактически было собрано 275,78 кг. В результате выживаемость креветок за период подраста составила всего 64%.

В конце опыта линейные размеры креветок составили от 7,7 до 12,7 см в среднем $10,16 \pm 0,19$ см, масса – от 5,1 до 26,7 г в среднем $13,90 \pm 0,77$ г. Выживаемость креветок за период подраста составила 75%.

Зависимость массы от длины тела креветок показана на рисунке 4.4. Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок был равен 0,98 ($F = 1181,21$; $df = 161$); корреляция была статистически значимой ($p < 0,001$). В интервале линейных размеров от 7,7 до 12,7 см зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 3,941L - 26,15 \quad (R^2 = 0,950), \quad (4.4)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 1181,21 > F_{\text{табл}} = 3,98$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

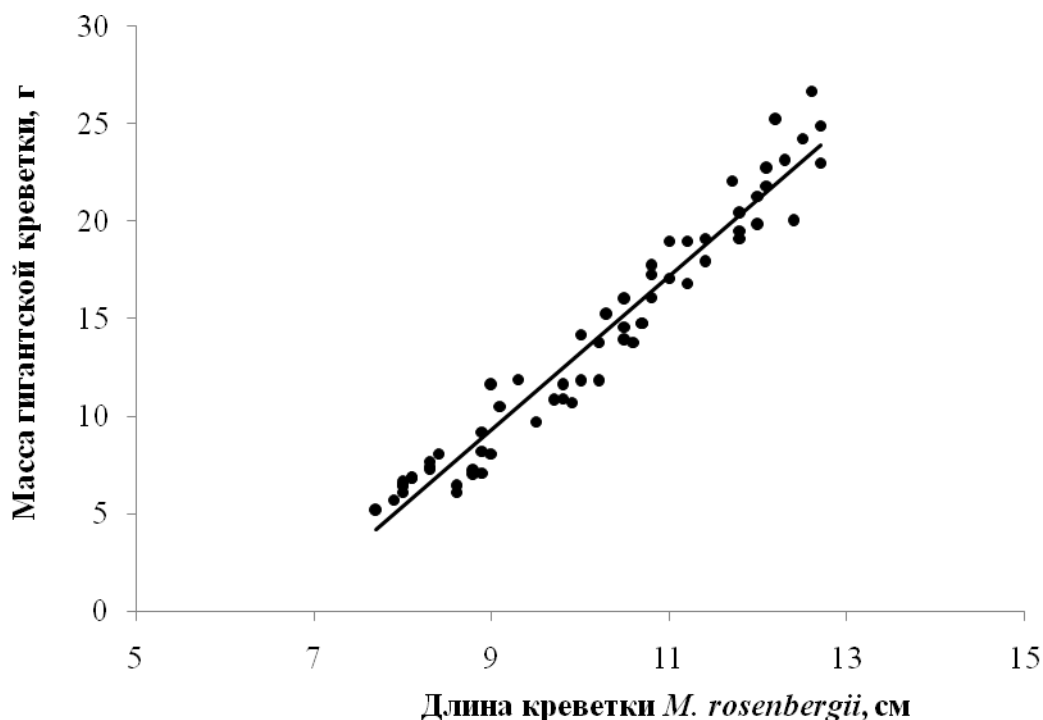


Рис. 4.4. Зависимость массы от длины тела креветки в 2009 г

Южный Крым. В 2011 году опыты по товарному выращиванию креветок проводились в Балаклавском районе г. Севастополь. Для товарного выращивания креветок использовали пруд общей площадью 0,8 га, глубиной от 0,20 до 1,2 м. Предоставленный в наше распоряжение пруд обладал такими недостатками, как: неровное дно и глубокая канава (1,5 м) вдоль одной из сторон водоема, которая за летний период полностью заросла жесткой околководной жесткой растительностью. При подготовке пруда к эксплуатации не были проведены необходимые мероприятия. Пруд снабжался самотеком, водой из артезианских источников.

Плотность посадки молоди креветки в прудах – 5000 экз./га. Всего высажено в пруд около 4000 экз. креветки. Пищевые потребности креветок обеспечивали как за счет естественной кормовой базы пруда, так и за счет использования дополнительных кормов. Зарастание водоема водной растительностью составило более 80% от его площади.

В 2011 году молодь креветки высадили на подрост в водоём 31 мая, когда вода прогрелась до 24°C. Сбор урожая провели 20 сентября (температура ниже

20°C). Период товарного выращивания креветки составил 113 дней. Температура воды в летний период была в пределах оптимальной 24 – 30°C.

По окончании опыта пруд был спущен за 2 дня, однако заросли водной растительности, неровное дно и, как следствие, не полный спуск воды привели к большим потерям урожая. Всего собранно 67,9 кг. В результате выживаемость креветок за период подраста составила всего 67%.

При высадке молоди креветки в пруд на подрост их средние размеры составили $5,35 \pm 0,03$ см, масса $1,19 \pm 0,04$ г. По завершению эксперимента линейные размеры креветок достигли от 9,0 до 13,8 см в среднем $11,74 \pm 0,17$ см, масса – от 10,6 до 44,6 г в среднем $25,20 \pm 1,26$ г.

Зависимость массы от длины тела креветок показана на рисунке 4.5.

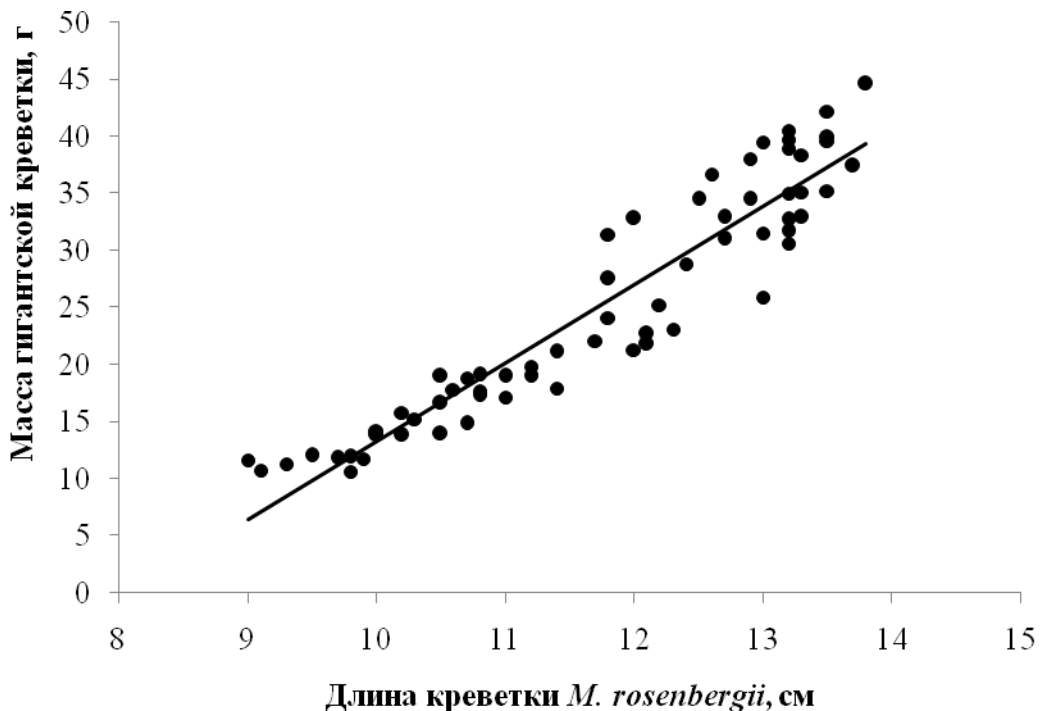


Рис. 4.5. Зависимость массы от длины тела креветки в 2011 г

Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок равен 0,94 ($F = 493,77$; $df = 163$); корреляция статистически значимой ($p < 0,001$). В интервале линейных размеров от 9,0 до 13,8 см зависимость может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 6,873L - 55,47 (R^2 = 0,888), \quad (4.5)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 493,77 > F_{\text{табл}} = 3,98$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Рост креветок в прудах.

Результаты проведенных экспериментов показали, что условия для товарного выращивания гигантских креветок в открытых водоемах Крыма в целом благоприятны. Длительность сезона выращивания в условиях Крымского полуострова составляет 102 – 114 дней. За этот период, при соблюдении биотехнологических норм товарного выращивания, продуктивность пруда составила 365 – 704 кг/га, а выживаемость креветок – 75 – 85% (табл. 4.4). При сравнении полученных нами результатов с литературными данными, можно сделать вывод о том, что при более низкой выживаемости мы получили более высокую продуктивность. Так, например, при прудовом выращивании креветок в условиях дельты Волги (масса посадочного материала в среднем составила 1,6 г), урожай креветок за 100 дней составил 370 кг/га, за 110 дней – 486 кг/га, при выживаемости 90% [60].

Таблица 4.4 – Основные характеристики товарного выращивания гигантской креветки

Место проведения эксперимента	Площадь пруда, га	Период выращивания, сутки	Выживаемость, %	Вылов, кг	Продуктивность пруда, кг/га
п.г.т. Орловка (1 год)	0,6	114	83	422,9	704,84

п.г.т. Орловка (2 год)	0,6	110	85	307,94	513,23
Красноперекоск	0,7	102	75	255,15	364,5
Евпатория	3,1	113	64	275,78	88,96
Балаклава	0,8	113	67	67,9	84,9

Проанализировав полученные данные по товарному выращиванию гигантских креветок в водоемах южного, юго-западного, западного и северного Крыма мы вычислили интенсивность роста и величину суточного прироста для каждого водоёма (табл.4.5).

Таблица 4.5 – Рост гигантской креветки в экспериментальных прудах

Место проведения эксперимента	Начальная масса, г	Конечная масса, г	Коэффициент роста	Суточный прирост, %
пгт. Орловка (1 год)	1,65 ± 0,48	84,92 ± 41,28	51,47	3,51
пгт. Орловка (2 год)	1,77 ± 0,61	60,38 ± 29,40	34,11	3,26
Красноперекоск	1,19 ± 0,92	48,6 ± 24,71	40,84	3,70
Евпатория	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

У креветок из прудов юго-западного и северного Крыма показатели роста были статистически значимо выше ($p < 0,001$), чем у креветок, выращиваемых в прудах на юге и западе полуострова. Лучшие экологические условия выращивания креветки были достигнуты в малых прудах юго-западного Крыма (п.г.т. Орловка), где среднемесячная температура в летний сезон второго года выращивания была ниже аналогичной первого года на 1 – 4°C, что привело к снижению средних показателей массы в 1,4 раза ($p < 0,001$) (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Сравнение показателей приростов массы тела креветки, выращенных в прудах Крымского полуострова

	Орловка (2003)	Красноперекоск	Евпатория	Балаклава
Орловка (2002)	t = 4,41 p<0,001	t = 6,99 p<0,001	t = 15,18 p<0,001	t = 12,48 p<0,001
Орловка (2003)	-	t = 3,00 p = 0,003	t = 14,47 p<0,001	t = 10,46 p<0,001
Красноперекоск	-	-	t = 13,88 p <0,001	t = 8,69 p<0,001
Евпатория	-	-	-	t = -7,64 p<0,001

Примечание: t – критерий Стьюдента

Для сравнения наших результатов с результатами других исследователей мы использовали рассчитанные величины суточного прироста. На основании собственных и литературных данных можно сделать вывод о том, что при сходных условиях выращивания гигантской креветки, полученные нами показатели суточного прироста сопоставимы с аналогичными полученными на креветочных фермах США, Израиля, Бангладеш и Индии (табл. 4.7) [60, 100, 115, 153, 164].

Таблица 4.7 – Рост гигантской креветки в экспериментальных прудах

Район исследования (земляные пруды)	Время выращивания, сут.	Средний суточный прирост массы, %	Источни к
Крымский полуостров	102 – 114	2,37 – 3,70	
Астраханская область (Дельта Волги)	76	2,24	[60]
Южные районы США	140	3,4	[164]
Израиль	90	3,79	[100]
Бангладеш	60	2,9	[115]

Юг Индии	180	2,5	[153]
----------	-----	-----	-------

Результаты наших экспериментальных исследований показали, что при посадке креветок массой от 1,19 до 1,77 г и плотности 10 тыс. экз./га средняя масса одной товарной креветки за летний период выращивания достигает 85 г в водоемах юго-западного Крыма и 49 г – на севере полуострова.

Кормление креветок в пруду.

При низких плотностях посадки наиболее рациональным является максимальное использование естественной кормовой базы пруда. Продуктивность гигантской пресноводной креветки на естественной кормовой базе в большинстве случаев составляет 150 – 200 кг/га [77].

Использование дополнительных кормов необходимо при недостаточном развитии естественной кормовой базы водоема и при высоких плотностях посадки. В качестве дополнительных кормов могут использоваться самые разнообразные кормовые ресурсы, состоящие как из растительных, так и животных компонентов.

Несмотря на качественное разнообразие кормов, должны соблюдаться общие требования по содержанию и соотношению в них основных биохимических компонентов. Содержание белка должно составлять не менее 30%, жира – около 5%, углеводов – около 30%, клетчатки – не более 10%. Желательно использовать гранулированные и устойчивые к размоканию в воде (в течение нескольких десятков минут) корма.

Первые 2 – 4 недели выращивания молоди (т.е. примерно до конца июня) при хорошем развитии естественной кормовой базы нет необходимости в использовании дополнительных кормов. Для увеличения естественной продукции водоема в этот период могут использоваться удобрения.

Примерно через полмесяца – месяц после посадки креветок в их рацион необходимо внести дополнительные корма. Рацион кормления напрямую зависит от средней массы креветок (табл. 4.8). Для его определения раз в 2 недели берут

пробу креветок и определяют их среднюю массу. Дополнительное кормление начинают при достижении креветками средней массы более 5 г.

Таблица 4.8 – Рацион кормления гигантской пресноводной креветки при выращивании в прудах [77]

Средняя масса креветки, г	Суточный рацион, % от средней массы
< 5	0
5 – 15	7
15 – 25	5
> 25	3

При выращивание креветок на юго-западе Крыма в качестве дополнительных кормов использовали черноморский шпрот (*Sprattus sprattus phalericus*), на севере Крыма – отходы производства карповых рыб. В условиях полуострова карповых рыб и шпрота, можно заменить черноморской атериной (*Atherina pontica*) – один из массовых видов рыб на крымском шельфе в Черном и Азовском морях. Так, в 2015 г. у черноморского побережья Крыма выловлено 36,3 т, у азовского побережья – 168,2 т, всего 204,5 т атерины. Из-за мелких размеров и низких вкусовых качеств мяса промысловое значение атерины невелико. Большая часть вылова идет на кормовые цели.

При товарном выращивании креветок в районах южного и западного Крыма использовали комбикорма, в состав которых входили: кукуруза, пшеница, ячмень, овес, отруби пшеничные, жмых (соевый и подсолнечный), рыбная, мясокостная и костная мука, глютен, дрожжи кормовые, масло соевое, сухое молоко, соль, мел, витамины, аминокислоты, сахар, вкусовые добавки, адсорбент микротоксинов, микроэлементы, антиоксиданты.

Состав основных биохимических компонентов используемого комбикорма:

Массовая доля сырого протеина – 30,6%

Массовая доля сырой клетчатки – 5,35%

Ккал обменной энергии – 298

Кормовых единиц – 113

Массовая доля сырого жира – 6,2%

Метионин + цистин – 1,08%

Лизин – 1,83%

Кальций – 1,2%

Фосфор – 1,19%

Метионин – 0,59%

Кормление креветок проводили ежедневно один раз в вечернее время с 18 до 20 часов, поскольку креветки проявляют активность в сумеречное и ночное время. Раздачу корма осуществляли вручную, разбрасывая ее по водоему с берега (в случае небольшой площади) или с лодки.

РАЗДЕЛ 5. ВРАГИ И БОЛЕЗНИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ

Заболевания взрослых особей гигантской креветки в условиях экспериментального креветочного хозяйства.

По результатам многолетних исследований были выявлены основные заболевания гигантской креветки в условиях питомника.

Болезнь «черные пятна» – это наиболее распространенное заболевание, характерное для многих видов как пресноводных, так и морских ракообразных. Оно может быть бактериальной, грибковой или смешанной этиологии, и к нему восприимчивы как взрослые особи, так и молодь гигантской креветки.

Характерный внешний признак болезни наличие переменных по величине и расположению меланизированных пятен (от коричневого до черного цвета) на теле (рис. 5.1). Повреждения имеют прогрессивный характер, постепенно увеличиваясь, они, в конце концов, захватывают всю поверхность тела креветки. Кутикула размягчается, разрыхляется и разрушается, образуя воронкообразные язвы. Первопричиной заболевания считают различного рода травмы защитного слоя кутикулы.



Рис. 5.1. – Гигантская Креветка, пораженная заболеванием «черные пятна»

Для предупреждения возникновения и развития заболевания необходимо оптимизировать условия содержания креветок в процессе культивирования.

Меланизация (почернение) жабр или болезнь «черные жабры» – эта болезнь вызвана осаждением азотных и других химических соединений на жабрах, вызывающие их почернение (рис. 5.2). Увеличение уровня аммиака (оптимальное содержание 0 мг/л) и нитрита (оптимальная концентрация не более 20мг/л) в резервуарах с креветкой в результате приводит к подавлению роста, а при длительном воздействии к летальному исходу.



Рис. 5.2. Гигантская креветка, пораженная заболеванием «черные жабры»

Для предупреждения развития болезни «черные жабры» необходим постоянный контроль за уровнем азотных соединений. При высоких концентрациях азотных соединений, вода в резервуарах должна быть полностью заменена.

Грибковые заболевания на стадии эмбрионального развития пресноводной креветки. Заболевание проявляется в виде грязно-желтого ватообразного налета на поверхности икры (рис. 5.3). В процессе развития болезни происходит разрыхление, а в дальнейшем и полное разрушение оболочек яиц (кладка приобретает вид "свалявшегося комка ваты").



Рис. 5.3. Самки гигантской креветки со здоровой кладкой яиц (а) и пораженной (б). Кладка яиц, пораженных грибковым заболеванием (1) и кладка здоровых яиц (2)

В качестве профилактических мер необходимо осуществлять контроль качества воды (низкий уровень бактериального загрязнения достигается путем дезинфекции и фильтрации).

Некоторые проблемы искусственного воспроизводства личинок гигантской пресноводной креветки.

Газо-пузырьковая болезнь (газовая эмболия). В декабре 2012 г. в условиях креветочного комплекса была зафиксирована гибель личинок в результате газо-пузырьковой болезни, вызванной содержанием креветок в воде с повышенной аэрацией. Сверхактивная аэрация привела к перенасыщению воды кислородом, содержание которого достигало 160% и более, при оптимальном содержании – 70% [60].

При газовой эмболии многочисленные пузырьки газа скапливаются под карапаксом личинок, травмируя ткани их внутренних органов, что и приводит в конечном итоге к летальному исходу. Массовая гибель личинок отмечается в течение нескольких часов.

Для предупреждения возникновения заболевания необходимо поддерживать параметры среды на оптимальном уровне.

Недостаток кислорода в инкубаторах. Высокую смертность личинок вызывает также и низкий уровень растворенного в воде кислорода – менее 10% (при оптимальном – 70%). В условиях питомника причиной снижения уровня кислорода в инкубаторах, где содержали личинок, было аварийное отключение электричества более чем на 2 часа.

При дефиците кислорода личинки креветки скапливаются в поверхностном слое воды. Пораженные особи вялые, плохо поедают корм. Признаком тканевой гипоксии является диффузная непрозрачность абдоминальной мускулатуры.

Для исключения возможности потери креветок в результате сбоя поставки электроэнергии, питомник должен быть оснащен автономным источником бесперебойного питания.

Заражение инкубаторов гидромедузой *Sarsia tubulosa*. В ходе проводимых нами экспериментов, при культивировании личинок креветок в контролируемых условиях питомника с использованием черноморской воды мы столкнулись с такой проблемой, как заражение инкубаторов гидромедузой *S. tubulosa*. Впервые данный факт был отмечен в 2001 году.

Гидромедуза *S. tubulosa* (M. Sars, 1835) относится к типу кишечнополостных *Coelenterata*, классу *Hydrozoa*, отряду *Leptolida*, семейству *Corynidae*, роду *Sarsia* [171].

В жизненном цикле гидромедузы, как и у многих других кишечнополостных происходит чередование двух поколений: сидячего колониального полиповидного, размножающегося вегетативно (почкованием или делением), и медузоидного, особи которого не образуют колоний и размножаются половым путем.

Колонии полипов стелющиеся или слабо разветвленные, высотой 2 – 3 см. Тело отдельного полипа достигает 1 – 2 мм в высоту. Полип имеет беспорядочно расположенные головчатые щупальца [92]. Под щупальцами развиваются медузоидные почки, которые отделяются от тела полипа, превращаясь в гидромедуз (рис. 5.4).

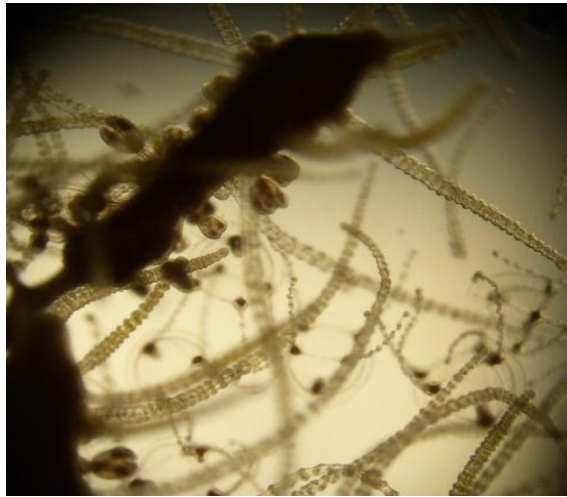


Рис. 5.4. Полип гидромедузы *Sarsia tubulosa*, видны медузоидные почки и медузы (фото Романовой З. А.)

Размер только что отпочковавшихся медуз составляет 0,15 мм. Максимальные размеры медуз в Черном море 8 – 10 мм [49]. Внешне гидромедуза напоминает прозрачный зонтик или колокол, внутри которого находятся 4 радиально расположенных канала и, отходящий от места их скрещивания, ротовой хоботок. По краю зонтика у медуз расположены четыре очень длинных щупальца с глазками у основания (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Свободно плавающие особи гидромедузы *S. tubulosa* (размеры купола 0,5 мм) (фото Романовой З. А.)

Медузы раздельнополы, половые продукты они выметывают в воду, где и происходит оплодотворение яиц, из которых возникает личинка – планула (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Планулы гидромедузы и проростание их в полип (фото Романовой З. А.)

Планулы этого вида медузы очень мелкие и достигают в длину 0,2 мм, в ширину 0,05 – 0,08 мм [49]. При заполнении инкубаторов для получения и содержания личинки креветки черноморской водой, ее предварительно фильтровали через сито с ячейей 112 мкм или 0,1 мм, очевидно, что планулы медуз, размеры которых колебались в пределах 56 – 90 мкм, легко проходили через такое сито. Попав в благоприятные условия, они переходили в стадию полипа, которые в массе росли со значительной скоростью. Когда полип достигает полной зрелости, от него почкованием отделяются молодые медузы, которые свободно плавают и вновь откладывают яйца. Этот процесс непрерывен. Когда гидромедуза попадает в аппарат для выращивания личинок, борьба с ней бесполезна. Она поселяется всюду: на стенках и стыках инкубатора, внутри биофильтров, на кислородном шланге и распылителе и т.д. (рис 5.7). Достаточно одной планулы, чтобы возродить гидромедузу вновь.



Рис. 5.7. Заражение инкубаторов для содержания личинок гидромедузой

Для гидромедузы, как и для всех кишечнополостных характерной особенностью является наличие в их теле особых стрекательных, или крапивных, клеток. Каждая стрекательная клетка содержит хитиноидную капсулу (ее полость заполнена ядовитой жидкостью), которая состоит из пузырька и длинной, снабженной шипами, нити (стрекательная нить). При "выстреле" этой капсулы нить вонзается в тело жертвы, а через ее полость изливается яд, вызывающий паралич и смерть [92]. После этого жертва переносится щупальцами к ротовому отверстию и проглатывается. Даже довольно крупные животные часто оказываются пораженными ядом стрекательных капсул.

Стрекательные клетки располагаются по всей поверхности тела гидромедузы, но их наибольшие скопления отмечаются на щупальцах и вокруг ротового отверстия. После "выстрела" стрекательная клетка погибает и на ее месте или поблизости от него развивается новая.

В Черном море *S. tubulosa* обычный, часто встречающийся вид. Полипы поселяются на литорали, медузы держатся в поверхностных слоях воды, вблизи берегов. Этот вид широко распространен в арктических и бореальных водах северного полушария [49].

Массовая вспышка гидромедузы в аппаратах для выращивания личинок гигантской креветки нами была отмечена в осенне-зимние месяцы (октябрь – декабрь).

В прибрежной зоне Севастополя максимальная численность гидромедузы отмечается в осенний период (сентябрь – октябрь) (рис. 5.8) [66].

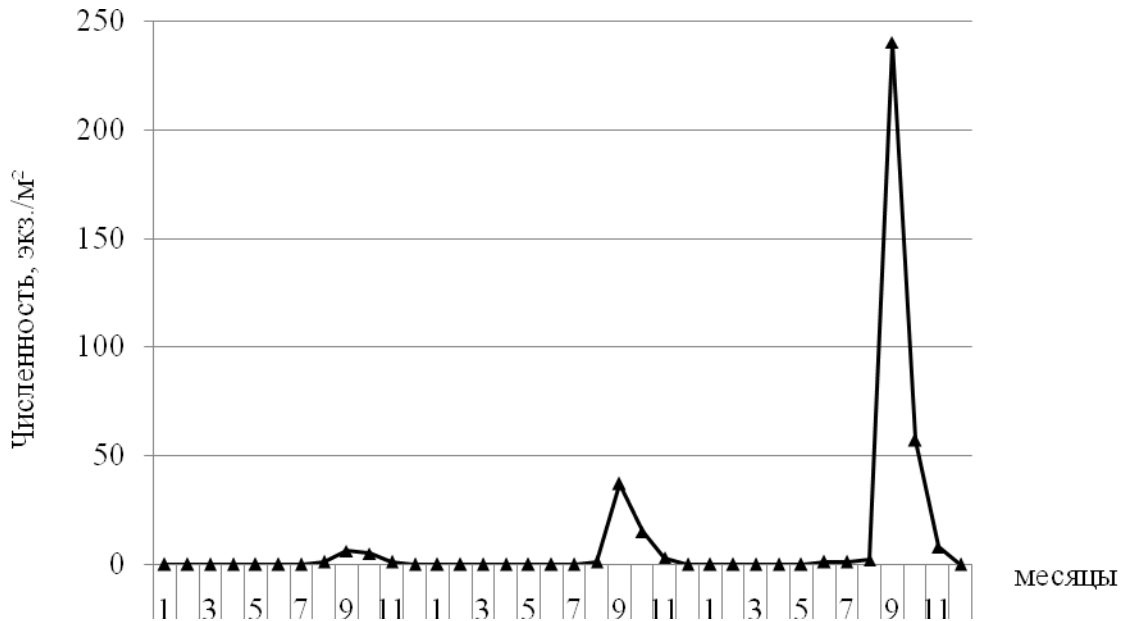


Рис. 5.8. Динамика численности гидромедузы в прибрежных водах Севастополя в период 2001 – 2003 гг.

В аппаратах легкой добычей для гидромедузы (полипы и медузоидные особи) стали науплии артемии, которые использовались в качестве корма и непосредственно личинки гигантской креветки. Этот факт подтверждают результаты проведенного анализа содержимого кишечной (гастральной) полости гидромедузы, удаленной из инкубатора. При анализе полипа, извлеченного из инкубационного аппарата, установлено, что его пищеварительный тракт забит личинками креветки и науплиями артемии.

В результате питания рачками артемии колонии полипов гидромедузы приобретали розоватый цвет (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Часть колонии полипа гидромедузы *S. tubulosa* (фото Романовой З. А.)

Присутствие гидромедузы в системе культивирования личинок гигантской креветки существенно снижало их выживаемость. Согласно полученным нами результатам, при оптимальных параметрах среды выращивания, выживаемость личинок в среднем составляет 56%, тогда как при наличии гидромедузы в инкубаторах – в среднем 27%. Дисперсионный анализ подтвердил значительное влияние наличия гидромедузы в инкубаторах на выживаемость личинок (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Результаты дисперсионного анализа влияния гидромедузы на выживаемость личинок креветок

Фактор	SS	MS	F	p
Температура	7496	3748	57,6	<0,001
Остаточная	2146	65		

Примечание: SS – общая сумма квадратов MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Опыт показывает, что при попадании гидромедузы в инкубаторы для выращивания личинок креветки все методы борьбы с ней бесполезны, поскольку они оказывают негативное воздействие и на саму личинку. В данном случае основная задача состоит в том, чтобы не допустить попадание гидромедузы в

систему культивирования. Единственный способ решения поставленной задачи является фильтрация морской воды при наборе в аппараты через сито с ячейей не более 20 микрон.

Проблемы выращивания товарной креветки в прудах.

Эпибионтное обрастание. Проблемой, с которой мы столкнулись при выращивании гигантской креветки в прудах, стало обрастание животных нитчатыми водорослями (рис. 5. 10).



Рис. 5.10. Взрослая особь гигантской креветки с эпибионтным поражением нитчатыми водорослями

При низкой численности организмов-обрастателей эффект негативного воздействия минимальный или отсутствует вовсе. Эпибионты не нарушают целостность кутикулы, прикрепляются только к поверхности, не вызывая воспалительной реакции хозяина.

Однако большое содержание органических веществ в воде способствует быстрому размножению указанных организмов, провоцируя эпизоотии. При высокой интенсивности важное значение имеет локализация эпибионтов. Обрастания снижают процесс газообмена в жабрах, ослабляют зрение, создают препятствия во время плавания, питания и проблемы во время линьки.

В качестве предупредительных мер необходимо осуществлять контроль за санитарным состоянием прудов, выкашивать и немедленно удалять из прудов водную растительность, вести постоянное наблюдение за гидрологическим и гидрохимическим режимами.

Враги креветок при товарном выращивании в открытых водоёмах:

Крупные виды цапель (*Ardea cinerea*, *Egretta alba*) – цапля ищет себе пищу на мелководьях. Здесь она часами поджидает проплывающую мимо добычу – рыбу, лягушек, раков. Креветкам птицы наносят травмы, пробивая панцирь клювом.

Нанести серьезный вред цапля может лишь при плохой охране прудов и отсутствия там людей. При появлении людей, даже без оружия, птицы сразу улетают.

Хищные и всеядные виды рыб (судак, карп и др.). Значительный ущерб может нанести присутствие в водоеме с креветкой хищных рыб и крупных особей всеядных рыб. Так, например, при вскрытии судака размерами 20 – 25 см в его желудке отмечалось от 1 до 4 экз. креветок размером до 8 см. Также в первые месяцы выращивания креветка может стать объектом питания карпа, карася.

Для исключения возможности попадания икры, личинок и мальков хищных рыб, а также других нежелательных гидробионтов в выростные пруды, вода должна подаваться через трубы, снабженные рыбозащитными устройствами.

РАЗДЕЛ 6. ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ

Одним из перспективных резервов увеличения производства гидробионтов является рациональное использование геотермальных источников. При использовании геотермальных вод для целей рыбоводства следует иметь в виду, что они могут существенно различаться по своему химическому составу и температуре. Общей характерной особенностью геотермальных вод можно считать отсутствие минимального количества растворенного кислорода, высокое содержание углекислоты и минеральных солей. Однако в процессе заполнения прудов и их эксплуатации химический состав воды может меняться. В частности, происходит насыщение ее кислородом, снижается содержание углекислоты. При определении возможности использования геотермальных вод для целей рыбоводства, в каждом конкретном случае необходим их тщательный химический анализ. В зависимости от химического состава геотермальные воды могут быть использованы непосредственно, как среда для выращивания, или, как энергоноситель для создания соответствующего температурного режима в емкостях для культивирования креветки.

Термальные воды Крыма. По гидрохимическим показателям в Крыму выделено 6 гидрохимических районов. Первый из них, включающий водосборы рек Черная и Бельбек (от верховья до устья), Кача и Альма (верхнее течение) и водосборы рек Южных склонов до р. Таракташ, относится в зимне-весенний паводочный период к гидрокарбонатному классу с минерализацией 200 – 300 мг/л и жесткостью 2,3 – 3,9 мг-экв/л, в летнее-осенний меженный – к тому же классу с минерализацией 450 – 550 мг/л и жесткостью 5,15 – 7,0 мг-экв/л [4, 20, 43].

Второй район (водосборы р. Салгир и его притоков Бештерек, Зуя, Бурульча в верхних частях бассейнов, а также водосборы рек ЮБК Дерекойка, Авунда и Демерджи) в паводочный период относятся к гидрокарбонатному классу с

минерализацией 250 – 350 мг/л и жесткостью 3,0 – 4,7 мг-экв/л, в меженный – к тому же классу с минерализацией 450 – 850 мг/л и жесткостью 5,5 – 9,2 мг-экв/л [20, 43].

Третий район, включающий водосборы рек Бююк-Карасу, Танасу, Кучук-Карасу, Су-Индол и Чорох-Су в верхней и средней части, в паводочный период относится к гидрокарбонатному классу с минерализацией 250 – 500 мг/л и жесткостью 2,8 – 5,2 мг-экв/л, в меженный – к тому же классу с минерализацией 550 – 750 мг/л и жесткостью 5,65 – 7,6 мг-экв/л [4, 16, 51].

Четвертый район (водосборы рек Кача и Альма в нижней части, рек Марта и Куру-Узень) относится в паводочный период к гидрокарбонатному или гидрокарбонатно-сульфатному классу с минерализацией 200 – 300 мг/л и жесткостью 2,5 – 3,3 мг-экв/л, в меженный – к гидрокарбонатно-сульфатному или сульфатно-гидрокарбонатному классу с минерализацией 750 – 1000 мг/л и жесткостью 8,65 – 10,5 мг-экв/л [16, 20, 47].

Пятый район (водосборы рек Западный Булганак, Салгир в среднем течении, Биштерек, Зуя, Бурульча в нижней части, Восточный Булганак, Индол, Чорох-Су в средней части и р. Таракташ) в паводочный период относится к гидрокарбонатному или гидрокарбонатно-сульфатному классу с минерализацией 350 – 700 мг/л и жесткостью 3,65 – 6,85 мг-экв/л, в меженный – к гидрокарбонатно-сульфатному, сульфатному или сульфатно-хлоридному классу с минерализацией 1000 – 1750 мг/л и жесткостью 7,7 – 21,0 мг-экв/л [4, 16, 43].

Воды шестого района, включающего Равнинный Крым, Присивашье и Керченский полуостров, относятся к различным классам и имеют широкие пределы минерализации и жесткости. В целом минерализация увеличивается от водораздельной линии горной части в направлении к морю, а также в направлении от юго-западной оконечности на север и восток. В том же направлении происходит изменение солевого состава [20, 43, 51].

Опыт подращивания молоди гигантской креветки на геотермальных водах.

С целью отработки интенсивной биотехнологии круглогодичного получения товарной продукции в условиях Крымского полуострова было начато изучение возможности выращивания гигантской креветки с использованием геотермальных вод. Установлено, что при использовании природных источников термальной воды, отвечающей рыбоводным показателям, имеющей оптимальные для содержания температуру и напоры, можно осуществлять самотёчное водоснабжение и значительно снизить вероятность развития заболеваний у гидробионтов из-за высокого качества этих вод. Первые экспериментальные работы по выращиванию жизнестойкой молоди гигантской креветки были проведены на базе пилотной инкубационной установки замкнутого типа с использованием природных источников геотермальных минерализованных вод в центральной части Крыма (п. Новоандреевка).

Подращивание молоди на термальных водах осуществляли в оборудованной теплице, в которой были размещены две емкости (пластиковый бассейн): длиной 66, шириной 2,5 и высотой 1 м (рабочий объём 140 м³, рабочая глубина 0,85 м). Температура (на уровне 26 – 28° С) и смена воды в емкостях для выращивания креветки поддерживались за счет подземного природного термального источника, вода из которого подавалась по трубопроводу (рис. 6.1). Для фильтрации воды использовали прудовые фильтры (мощность помпы 10000 л/ч).

Для укрытий молоди креветок с целью повышения их выживаемости и увеличения выростной площади в бассейнах использовали специальные пластиковые конструкции с ячейками в виде сот (рис. 6.2).



Рис. 6.1. Теплица на термальных водах для подращивания молоди креветок до высадки в пруды. Слева общий вид теплицы с емкостями, справа видны трубы, по которым подается термальная вода для обогрева воды в емкостях для содержания креветок.



Рис. 6.2. Пластиковые конструкции с ячейками, используемые в качестве укрытий для креветок

Полученные результаты, показали высокую эффективность этого метода при выращивании молоди гигантской креветки, которую иллюстрируют следующие важные для аквакультуры показатели:

1. Выживаемость креветок при выращивании на геотермальных водах была высокой и в среднем составила 86% (при плотности посадки 500 экз./м²),

тогда как в условиях обычного питомника при той же плотности посадки этот показатель в среднем составил 69%.

2. Высокие темпы роста – за 45 суток средняя длина креветок увеличилась практически в 3,8 раза от $2,02 \pm 0,10$ до $7,61 \pm 0,20$ см (рис. 6.3). Тогда как при выращивании в условиях питомника без применения геотермальной воды при соблюдении аналогичных биотехнологических мероприятий (кормление, водообмен, температурный режим и т.д.) темпы роста были существенно ниже и за 45 суток средние размеры креветок возросли в 2,8 раза – от $2,02 \pm 0,10$ до $5,62 \pm 0,07$ см.

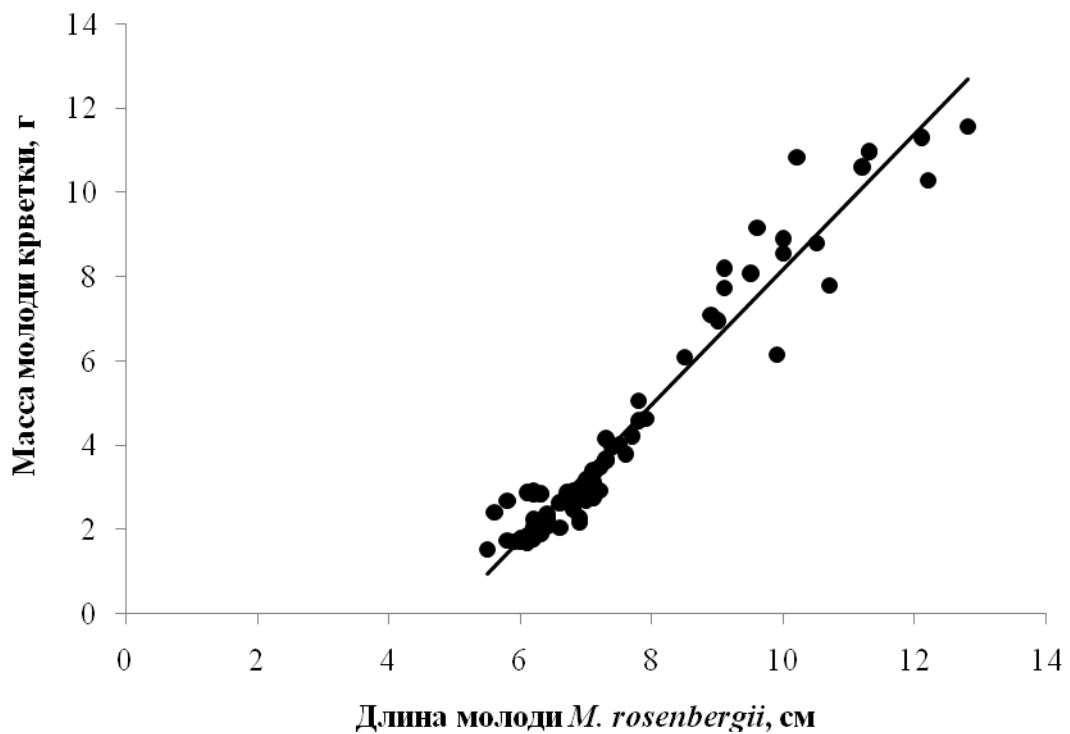


Рис. 6.3. Зависимость массы от длины молоди креветки

Полученная зависимость массы от длины тела креветок может быть аппроксимирована линейным уравнением:

$$W = 1,608 L - 7,894 (R^2 = 0,942), \quad (6.1)$$

где W – масса тела креветки, г; L – длина тела креветки, см.

Оценку статистической значимости регрессионной модели проводили с помощью F – критерия Фишера. Так как $F_{\text{факт}} = 1183,77 > F_{\text{табл}} = 3,98$, то регрессионная модель признается статистически значимой.

Коэффициент корреляции массы с длиной тела креветок равен 0,971; корреляция статистически значима ($p < 0,001$).

Однофакторный дисперсионный анализ показал значимое влияние на рост молоди гигантской креветки геотермальных вод (табл.6.1).

Таблица 6.1 – Результаты дисперсионного анализа влияния плотности посадки на выживаемость личинок креветки

Фактор	SS	MS	F	p
Плотность посадки	362	181	136,81	< 0,001
Остаточная	578	1,32		

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Таким образом, использование теплых геотермальных вод на одном из важных этапов биотехнологического производства – получение жизнестойкой молоди креветки, значительно улучшает показатели бионормативов и при доработке технологии позволят получить товарную продукцию креветки в более короткие сроки.

В наших экспериментальных работах отмечались высокие темпы роста молоди на всех этапах исследования, суточный прирост массы за 45 суток составил 8,5% для питомника и 11,7% для теплиц. Согласно литературным данным, суточные приросты молоди в возрасте от 1 до 3-х месяцев колебались в пределах от 4 – 7% [60, 77]. Полученные нами данные свидетельствуют об оптимальных условиях выращивания молоди в питомнике. Использование теплых геотермальных вод значительно улучшает размерно-массовые параметры креветок.

Расчет численности креветок маточного стада (при выращивании молоди гигантской креветки с использованием природных источников геотермальных минерализованных).

Произведем оценку численности маточного стада на основании собственных данных, необходимую для получения 100000 экземпляров посадочного материала.

С учетом выживаемости креветок в период их роста от стадии постличинки до посадочного материала (45 суток), составляющей 86%, необходимое количество постличинки составит:

$$100000 \text{ шт. молоди креветки} / 0,86 \approx 116000 \text{ шт. постличинки.}$$

Известно также, что при культивировании креветки в искусственных условиях, выживаемость полученных личинок до момента их перехода в постличинку составляет в среднем 56%. Тогда количество личинок, которое необходимо получить составит:

$$116000 \text{ шт. постличинки} / 0,56 \approx 207000 \text{ шт. личинки.}$$

у самки гигантской креветки массой 38 г рабочая плодовитость составляет в среднем 39000 шт. икринок. Тогда количество самок необходимое для получения 287000 шт. личинки составит:

$$207000 \text{ шт. личинки} / 39000 \text{ шт. икринок} \approx 6 \text{ шт. самок гигантской креветки.}$$

При расчетах учитывали, что, одновременно нерест проходит у 19% самок и, что выживаемость взрослых особей, за период их содержания в питомнике (8 месяцев) в среднем составляет 63%, а также соотношение самцов и самок в маточном стаде (1:4). Из чего следует, что для получения 100000 экземпляров посадочного материала необходимо иметь маточное стадо численностью 64 экз.: 13 самцов и 51 самка. Таким образом, мы снизили численность маточного стада (рассчитанную по литературным данным) практически в 8 раз.

РАЗДЕЛ 7. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ КУЛЬТУРЫ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ

Для гарантии эпидемической безопасности потребителя необходима организация обязательного санитарно-микробиологического контроля выращиваемых креветок, а также среды их содержания. Для решения этой проблемы нами были выполнены комплексные санитарно-микробиологические исследования среды выращивания и креветок на всех стадиях жизненного цикла.

Влияние микробного загрязнения среды культивирования на развитие и выживаемость личинок гигантской креветки при разных условиях.

Результаты исследований по выявлению влияния бактериального загрязнения воды на развитие и выживаемость личинок гигантской креветки в условиях питомника показали, что при проведении эксперимента в инкубаторе № 1, в котором не осуществляли фильтрацию и замену воды, уже на 4 сутки произошел резкий рост микробного числа в воде, превысивший первоначальное значение в 17,6 раз (табл. 7.1). Обсеменённость личинок креветки микроорганизмами в этот период составила 708 ± 8 КОЕ/г.

Таблица 7.1 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания личинок гигантской креветки (инкубатор № 1)

День проведения эксперимента	Количество микроорганизмов в воде		Количество личинок, экз.	Стадия личиночного развития (%)
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
1	56 ± 4	Роста нет	20000	I(100)

4	983 ± 21	Роста нет	18300	II(65) – III(35)
7	3971 ± 227	22 ± 7	10900	II(50) – III(45) – IV(5)
10	9702 ± 911	41 ± 4	2400	III(70) – IV(30)
13	Сливной рост	75 ± 19	320	III(50) – IV(50)

На 7 сутки ОМЧ воды продолжало значительно расти, отмечен также рост микроорганизмов на среде Сабуро. Высокое значение микробного числа воды оказало негативное влияние на развитие и выживаемость личинок креветки. Так, на 7 день проведения эксперимента, большая часть личинок находилась на II – III стадии развития, и только 5% личинок (от общего количества) – на IV. В этот период отход креветок составил 45,5% (от первоначального количества личинок). ОМЧ креветки увеличилось в 59 раз относительно первоначального значения – 3241 ± 226 КОЕ/г (рис. 7.1).

На 10 сутки ОМЧ воды увеличилось на два порядка, относительно первоначального значения. В это же время ОМЧ личинок креветки составило 9001 ± 225 КОЕ/г, отмечен также рост микроорганизмов на среде Сабуро – 21 ± 6 КОЕ/г. На данном этапе исследований личинки находились на III (70%) – IV (30%) стадии развития, их численность снизилась до 2400 экз., что в 8,3 раза меньше первоначального количества.

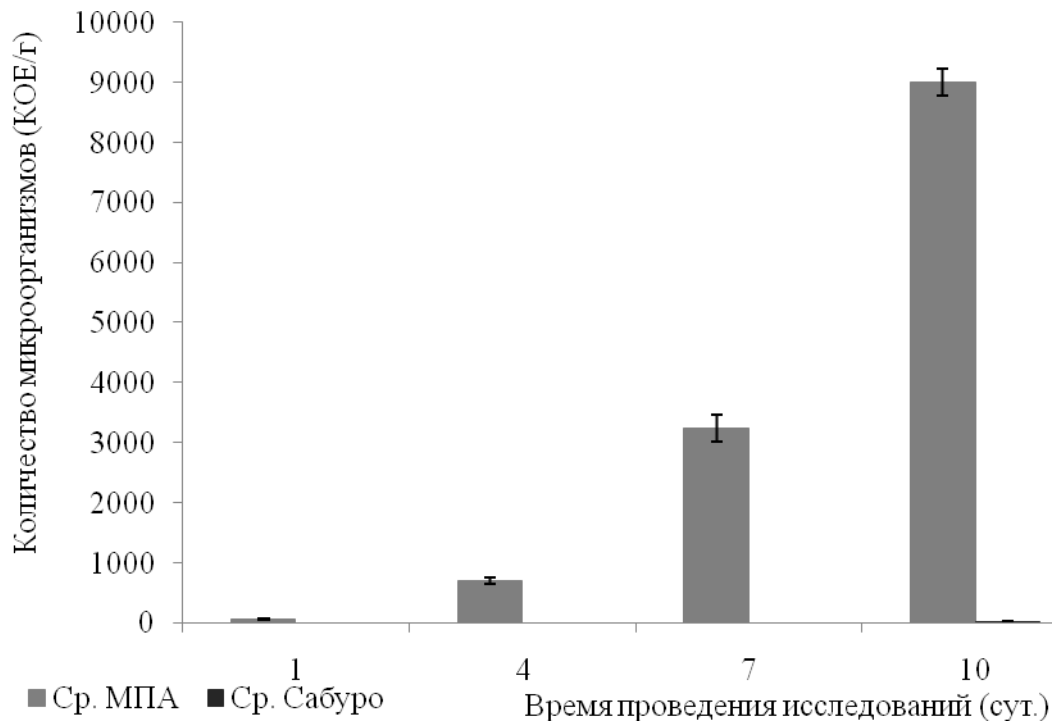


Рис. 7.1. Численность микроорганизмов, выделенных у личинок гигантской креветки (инкубатор № 1)

На 13 день эксперимента в воде отмечался сливной рост микроорганизмов на среде МПА, на среде Сабуро – незначительный рост. В этот период наблюдался максимальный отход личинки, за 4 дня количество креветки уменьшилось в 7,5 раза и составило 320 экз., которые находились на III (50%) – IV (50%) стадии своего развития. Через сутки все личинки в исследуемом инкубаторе погибли. Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на выживаемость личинок гигантской креветки ($R = 0,993$; $p = 0,0018$).

В инкубаторе № 2, в котором проводили только фильтрацию воды, на четвертые сутки эксперимента личинки находились на II – IV стадии развития (табл. 7.2). Обсеменённость креветок микроорганизмами на данном этапе составила 87 ± 8 КОЕ/г.

Таблица 7.2 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания личинок гигантской креветки (инкубатор № 2)

День проведения эксперимента	Количество микроорганизмов в воде		Количество личинок, экз.	Стадия личиночного развития (%)
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
1	56 ± 4	Роста нет	20000	I(100)
4	118 ± 11	Роста нет	19400	II(50) – III(35) – IV(15)
7	311 ± 47	Роста нет	18370	III(50) – IV(50)
10	488 ± 22	Роста нет	17400	IV(30) – V(70)
13	602 ± 51	Роста нет	16600	IV(5) – V(45) – VI(50)
16	883 ± 107	Роста нет	14200	VI(100)
19	1204 ± 83	Роста нет	12900	VI(45) – VII(55)
22	1670 ± 119	13 ± 5	10300	VII(100)
25	1930 ± 95	44 ± 7	8100	VII(65) – VIII(35)
28	2100 ± 86	59 ± 2	6740	VIII(50) – IX(50)
31	2710 ± 78	71 ± 8	4950	VIII(5) – IX(55) – IX(40)
34	3090 ± 66	98 ± 13	3000	IX(38) – X(57) – P1(5)
37	3699 ± 102	141 ± 9	1800	X(60) – XI(26) – P1(14)
40	4140 ± 79	208 ± 25	1200	XI(69) – P1(31)
42			987	P1

Примечание: P1 – Postlarvae (постличинка)

На 7-е сутки исследования, когда 50% личинок находились на III стадии и 50% – на IV, ОМЧ воды возросло в 5,6 раз относительно первоначального значения. ОМЧ личинок креветок увеличилось в 5 раз (относительно первоначального значения) и достигло 280 ± 73 КОЕ/г.

В период прохождения личинками IV – VI стадий развития (4 – 13 сут.) микробное число воды не превышало 1000 КОЕ/мл. На среде Сабуро рост микроорганизмов в этот период не отмечен.

На 19 сутки ОМЧ воды в инкубаторе № 2 (табл. 7.2) на два порядка превысило первоначальное значение, а обсеменённость личинок микроорганизмами составила 1063 ± 137 КОЕ/г (рис. 7.2). На среде Сабуро рост микроорганизмов зафиксирован только на 22 сутки.

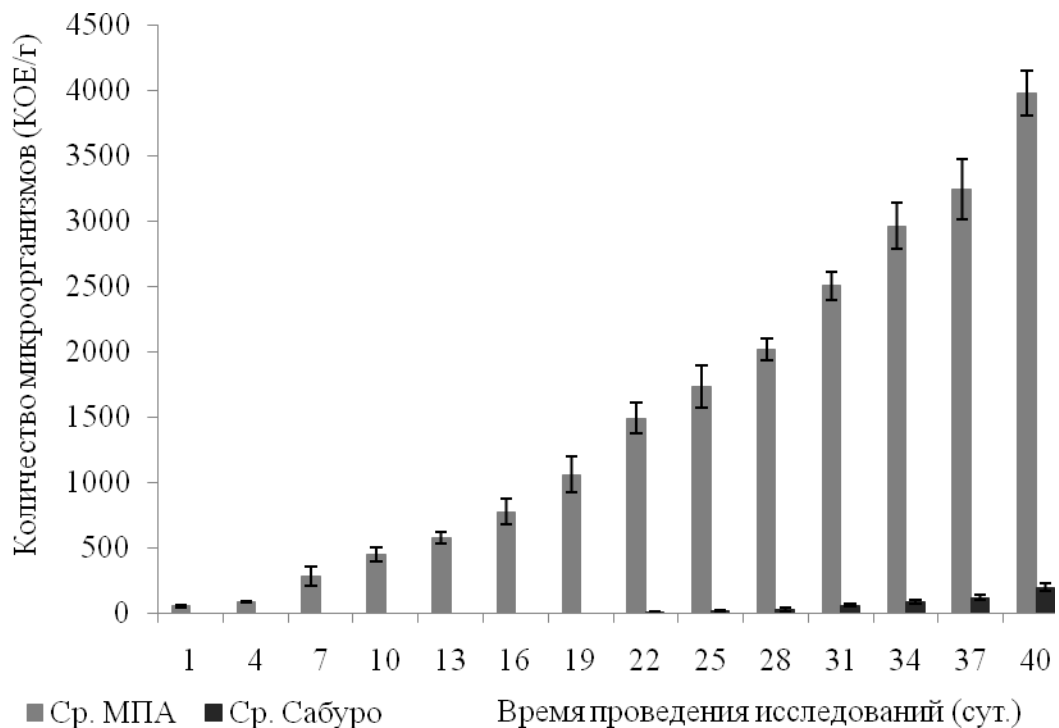


Рис. 7.2. Численность микроорганизмов, выделенных у личинок гигантской креветки (инкубатор № 2)

В течение всего периода исследования наблюдался равномерный рост микробного числа воды, а также равномерный отход личинок на всех стадиях развития. На 40 день эксперимента ОМЧ воды относительно первоначального

значения увеличилось в 74 раза. На 42 день эксперимента в инкубаторе № 2 мы получили 987 экз. постличинок, что составило 5% от первоначального количества личинок. Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на выживаемость личинок гигантской креветки ($R = 0,984$; $p < 0,001$).

В инкубаторе № 3, в котором выполняли постоянную фильтрацию и ежедневную замену 50% воды, на четвертый день эксперимента личинки находились на III (55%) и IV (45%) стадиях развития (табл. 7.3). Обсеменённость креветки микроорганизмами была на уровне 64 ± 6 КОЕ/г.

Таблица 7.3 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания личинок гигантской креветки (инкубатор № 3)

День проведения эксперимента	Количество микроорганизмов в воде		Количество личинок, экз.	Стадия личиночного развития (%)
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
1	56 ± 4	Роста нет	20000	I(100)
4	78 ± 2	Роста нет	19500	III(55) – IV(45)
7	104 ± 11	Роста нет	18720	IV(100)
10	198 ± 6	Роста нет	17350	IV(10) – V(90)
13	232 ± 17	Роста нет	16150	VI(100)
16	303 ± 14	Роста нет	14900	VI(30) – VII(60) – VIII(10)
19	379 ± 13	Роста нет	13090	VII(40) – VIII(55) – IX(5)
22	415 ± 9	Роста нет	11100	IX(65) – X(30) –

				Pl(5)
25	477 ± 23	7 ± 2	9900	X(55) – XI(33) – Pl(17)
28	502 ± 35	11 ± 5	7410	XI(58) – Pl(42)
33			6200	Pl

В третьем инкубаторе в течение всего периода исследования наблюдался равномерный незначительный рост микробного числа воды, а также равномерный отход личинок на всех этапах метаморфоза (табл. 7.3).

Рост на среде Сабуро был отмечен на 25 сутки. Личики из инкубатора № 3 все XI стадий развития прошли за 28 дней. На 28 день эксперимента ОМЧ воды увеличилось в 8,9 раз, а ОМЧ личинок креветки (498 ± 33 КОЕ/г) – в 9,1 раза относительно первоначального значения (рис. 7.3). Нами получено 6200 экз. постличинок, что составило 31% от первоначального количества личинок.

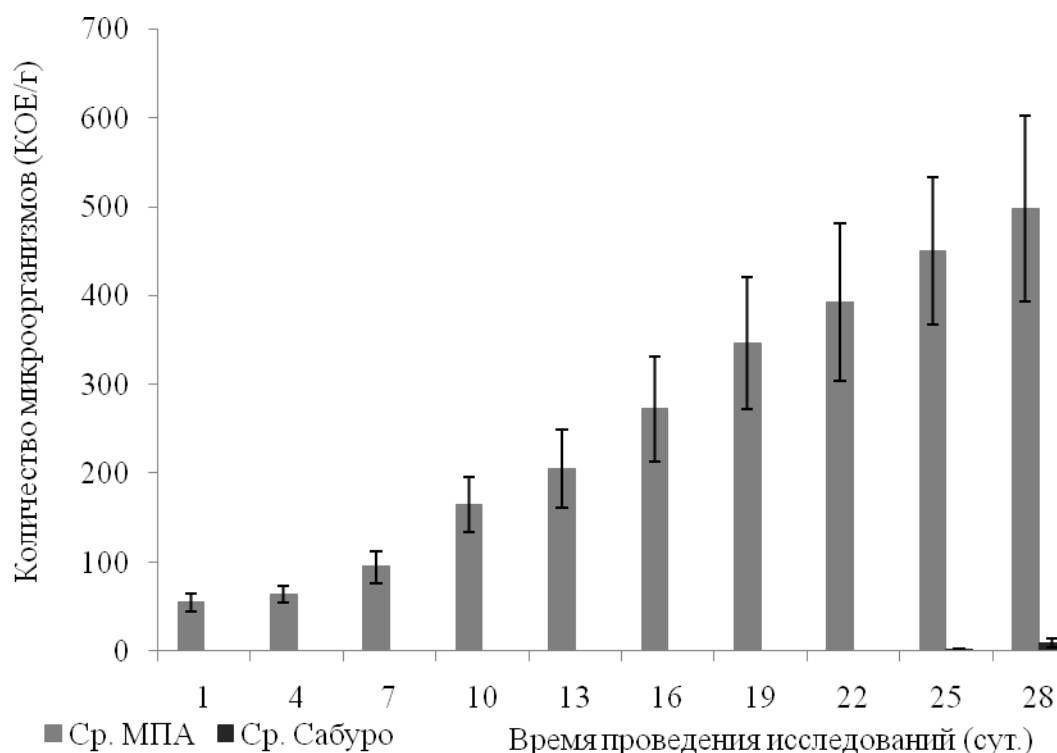


Рис. 7.3. Численность микроорганизмов, выделенных у личинок гигантской креветки (инкубатор № 3)

Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на выживаемость личинок гигантской креветки ($R = 0,985$; $p < 0,001$).

В инкубаторе № 4, в котором выполняли постоянную фильтрацию и ежедневную замену 100% воды, на четвертый день эксперимента личинки находились на III (42%), IV (54%) и V (4%) стадиях развития (табл. 7.4). Обсеменённость креветки микроорганизмами была на уровне 59 ± 11 КОЕ/г.

Таблица 7.4 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания личинок гигантской креветки (инкубатор № 4)

День проведения эксперимента	Количество микроорганизмов в воде		Количество личинок, экз.	Стадия личиночного развития (%)
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
1	56 ± 4	Роста нет	20000	I(100)
4	64 ± 8	Роста нет	19500	III(42) – IV(54) – V(4)
7	69 ± 13	Роста нет	18950	IV(61) – V(39)
10	72 ± 11	Роста нет	18330	V(47) – VI (38) – VII(15)
13	79 ± 9	Роста нет	17520	VI(24) – VII(59) – VIII(17)
16	84 ± 17	Роста нет	16480	VIII(47) – IX(53)
19	88 ± 11	Роста нет	15160	X(63) – XI(26) – PI(11)
22	97 ± 21	Роста нет	13910	IX(16) – X(36) –

				Pl(48)
25	101 ± 23	Роста нет	12200	XI(11) – Pl(89)
26			10800	Pl

В четвертом инкубаторе на протяжении всего эксперимента наблюдался минимальный рост микробного числа воды, а также равномерный отход личинок на всех этапах метаморфоза (табл. 7.4).

Рост на среде Сабуро отмечен не был. Личики из инкубатора № 4 все XI стадий развития прошли за 25 дней. На 25 сутки исследования ОМЧ воды увеличилось в 1,8 раз, а ОМЧ личинок креветки (94 ± 25 КОЕ/г) – в 1,7 раза относительно первоначального значения (рис. 7.4). На 26 сутки нами получено 10800 экз. постличинок, что составило 54% от первоначального количества личинок.

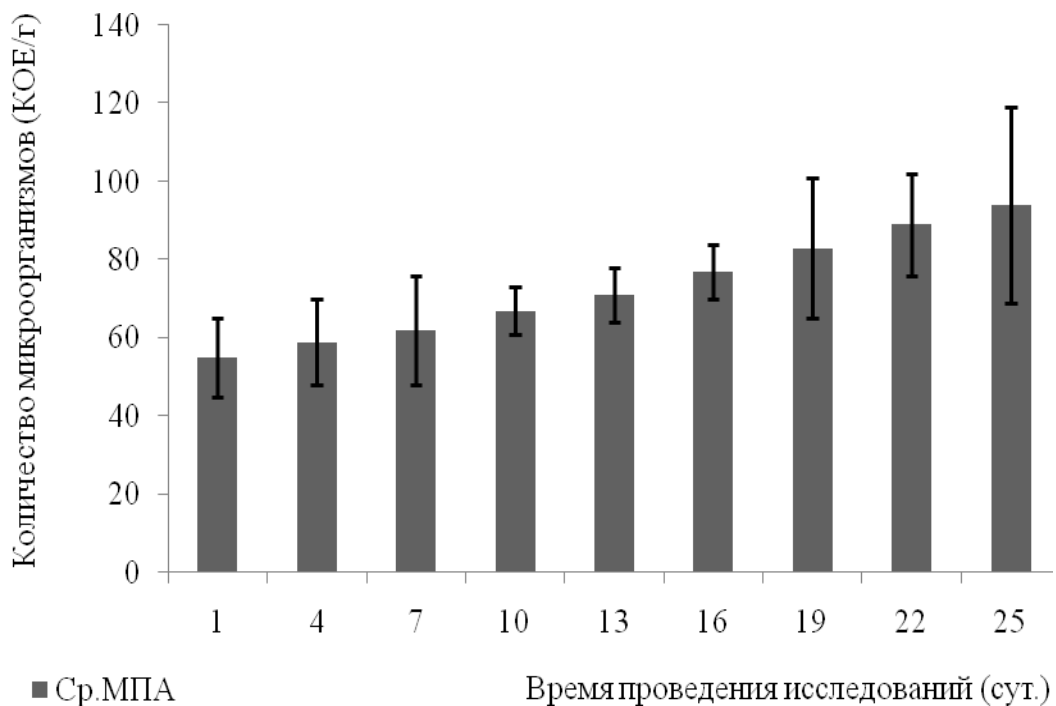


Рис. 7.4. Численность микроорганизмов, выделенных у личинок гигантской креветки (инкубатор № 4)

Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на выживаемость личинок гигантской креветки ($R = 0,979$; $p < 0,001$).

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что при отсутствии фильтрации и ежедневной замены воды в инкубаторе № 1 уже на 7 сутки эксперимента ОМЧ воды возросло практически в 71 раз. В это время основная масса личинок проходила II (50%) – III (45%) стадии развития и только 5% личинок находились на IV стадии. В инкубаторе № 2, где использовалась только фильтрация воды, на 7 сутки ОМЧ воды было в 12,8 раз меньше, чем в инкубаторе № 1, а 50% личинок находилось на IV стадии развития. В инкубаторе № 3, где вода фильтровалась и осуществлялась её ежедневная 50% замена, микробное число воды на 7 день исследований оказалось в 38,2 раза меньше, чем на тот же день в инкубаторе № 1 и в 3 раза меньше, чем в инкубаторе № 2. На 7 день в инкубаторе № 3 все личинки находились на IV стадии развития. В инкубаторе № 4, где вода фильтровалась и осуществлялась её ежедневная 100% замена, микробное число воды на 7 день исследований оказалось в 1,5 раза меньше, чем на тот же день в инкубаторе № 3.

На 13 день эксперимента в инкубаторе № 1 в воде отмечен сливной рост микроорганизмов на среде МПА, а также – максимальный отход личинок, находившихся на III – IV стадии развития. Через сутки все личинки в инкубаторе № 1 погибли. В тот же период в инкубаторе № 2 основная масса личинок проходила V (45%) – VI (50%) стадии развития и всего 5% – IV стадию, а в инкубаторе № 3 личинки были на VI стадии. На 13 сутки в инкубаторе № 2 ОМЧ воды было в 2,6 раз больше, чем в инкубаторе № 3. В инкубаторе № 4 в этот же период микробное число воды было в 2,9 раза меньше, чем в инкубаторе № 3, а 59% личинок находилось на VII стадии развития.

В дальнейшем наблюдалась задержка развития личинок в инкубаторе № 2. На 25 сутки они проходили VII (65%) – VIII (35%) стадии развития, тогда как на тот же день в инкубаторе № 3 личинки креветки были на X(55%) – XI (33%) – P1(17%) стадии, а в инкубаторе № 4 XI (11%) – P1(89%). На 26 сутки эксперимента

в инкубаторе № 4 были получены постличинки в количестве 10800 экз., что составило 54% от первоначального количества личинок.

На 33 сутки исследований в третьем инкубаторе в результате метаморфоза были получены постличинки в количестве 6200 экз., что составило 31% от первоначального количества личинок. В инкубаторе № 2 метаморфоз личинок креветки завершился на 42 сутки, мы получили 987 экз. постличинок (5% от первоначального количества личинок).

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние бактериального загрязнения воды на развитие и выживаемость личинок гигантской креветки (табл. 7.5).

Таблица 7.5 – Результаты дисперсионного анализа влияния бактериального загрязнения воды на развитие и выживаемость личинок гигантской креветки

Фактор	SS	MS	F	p
ОМЧ (продолжительность развития)	4464	1488	163	< 0,001
ОМЧ (выживаемость)	20755	6918	232	< 0,001

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Сравнительный анализ выживаемости и продолжительности развития личинок гигантской креветки показал значимые различия между величинами этих показателей инкубатора №2 и №3 ($p < 0,001$; $p < 0,001$), также как и величинами этих показателей инкубатора №2 и №4 ($p < 0,001$; $p < 0,001$). Различия между величинами выживаемости и продолжительности развития личинок инкубатора №3 и №4 также были значимы ($p = 0,020$; $p < 0,001$).

В результате проведенных исследований было установлено, что при общем микробном числе воды, не превышающем 101 ± 23 КОЕ/мл, все стадии

личиночного развития гигантская креветка проходит в течение 26 суток. При увеличении ОМЧ воды до 4140 ± 79 КОЕ/мл время прохождения личиночных стадий увеличивается до 42 суток, а выживаемость гидробионтов снижается, составляя 5%.

Воздействие бактериального загрязнения среды культивирования на рост и выживаемость молоди гигантской креветки при разных условиях.

Результаты проведенных микробиологических исследований показали, что в аквариуме № 1, где осуществляли фильтрацию и ежемесячную 100% подмену воды, через две недели проведения эксперимента ОМЧ воды увеличилось в 3 раза (табл. 7.6). В это же время обсемененность молоди микроорганизмами составила 44 ± 9 КОЕ/г. Прирост креветки был на уровне 38%, а отход – 2%.

Таблица 7.6 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания молоди гигантской креветки (аквариум №1)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов в воде		Количество креветок, экз.	Средний размер креветки, мм
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
0	15 ± 2	Роста нет	100	$13,22 \pm 1,48$
2	47 ± 15	Роста нет	98	$22,80 \pm 3,22$
4	65 ± 23	Роста нет	96	$30,90 \pm 4,25$
6	81 ± 47	Роста нет	96	$40,95 \pm 7,94$
8	119 ± 49	1 ± 1	93	$54,42 \pm 4,81$

В течение следующих 4-х недель наблюдался незначительный рост микробного числа воды. Максимальный прирост креветки наблюдался на 4-ой

неделе и достиг 39%, а минимальный – на 6-ой неделе (24%). На 8-ой неделе эксперимента микробное число воды увеличилось в 8 раз относительно первоначального, в это время отмечен рост на среде Сабуро. На этот момент обсемененность молоди креветки микроорганизмами была на уровне 113 ± 14 КОЕ/г (рис. 7.5). Прирост креветки составил 29%, а отход – 3%.

На конец эксперимента процент выживаемости гидробионтов был достаточно высоким – до 93%, при отходе 7%. За 56 суток исследований линейные размеры молоди креветки увеличился в 3,1 раза.

Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на линейный рост и выживаемость молоди гигантской креветки ($R = 0,991$, $p = 0,019$ и $R = 0,988$, $p < 0,001$).

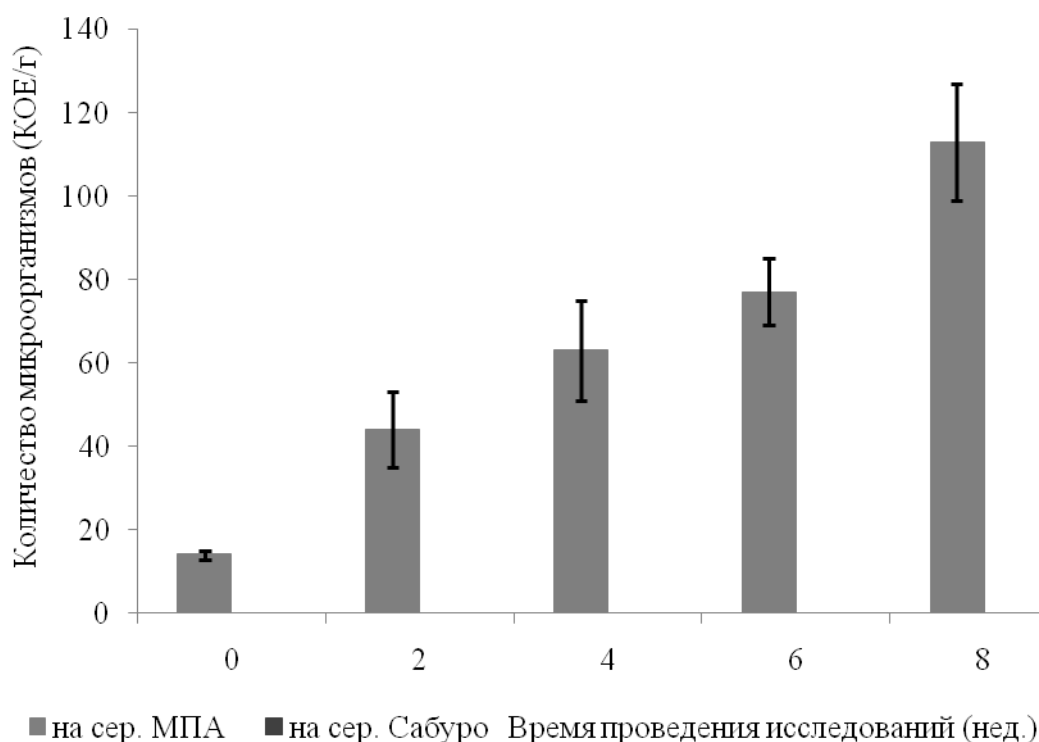


Рис. 7.5. Численность микроорганизмов, выделенных у молоди гигантской креветки (аквариум № 1)

В аквариуме №2, в котором осуществлялась только фильтрация, в течение первых четырех недель эксперимента наблюдался равномерный рост микробного числа воды и на четвертую неделю он увеличился в 7 раз (табл. 7.7). Рост на среде

Сабуро отмечен на 4 неделе. В этот же период обсемененность креветки микроорганизмами составила 93 ± 19 КОЕ/г, что в 6,6 раз больше первоначального значения (рис. 7.6). Отход молоди за 4 недели исследований составил 6%.

Таблица 7.7 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания молоди гигантской креветки (аквариум № 2)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов в воде		Количество креветок, экз.	Средний размер креветки, мм
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
0	15 ± 2	Роста нет	100	$13,22 \pm 1,48$
2	61 ± 27	Роста нет	99	$16,56 \pm 2,60$
4	105 ± 41	1 ± 0	94	$22,19 \pm 3,82$
6	201 ± 67	1 ± 1	89	$26,04 \pm 4,31$
8	314 ± 81	3 ± 1	87	$34,25 \pm 7,28$

На 6 недели ОМЧ воды возросло в 13 раз (относительно первоначального значения). В это же время наблюдался минимальный прирост молоди креветки (18,2%).

Спустя 56 суток от начала эксперимента ОМЧ креветки достигло 273 ± 59 КОЕ/г. За весь период исследований отход молоди креветки составил 13%.

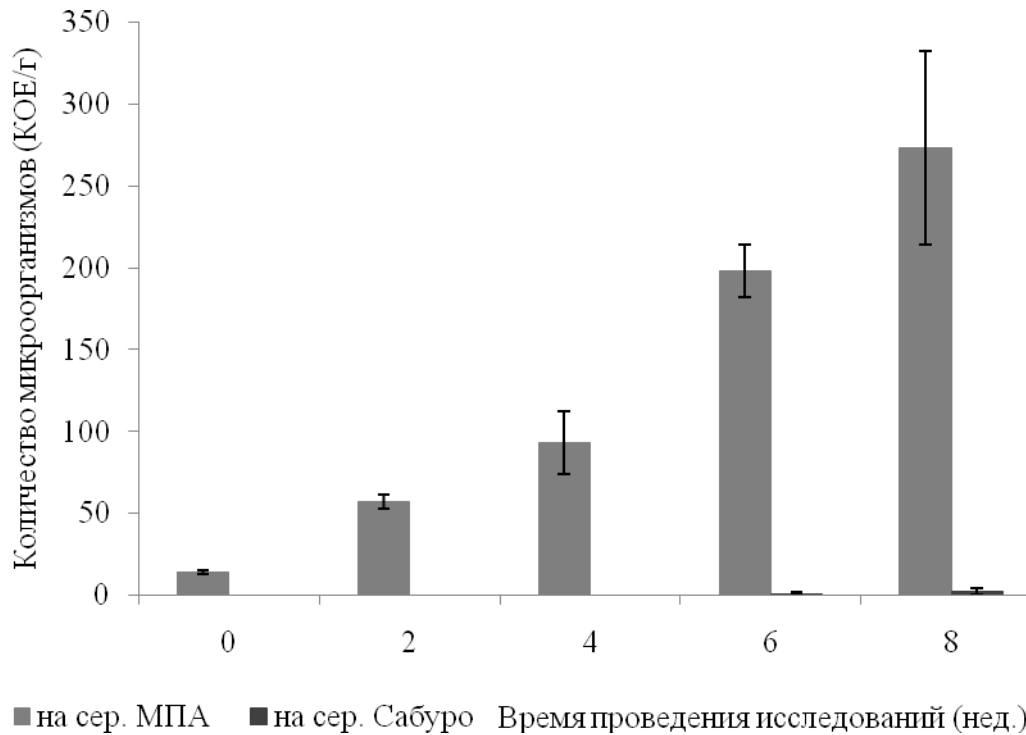


Рис. 7.6. Численность микроорганизмов, выделенных у молоди гигантской креветки (аквариум № 2)

За 8 недель проведения исследований, линейные размеры креветок возросли в 2,6 раза. Максимальный прирост молоди наблюдался на второй и восьмой неделях проведения эксперимента и составил 30,8%.

Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на линейный рост и выживаемость молоди гигантской креветки ($R = 0,989$, $p = 0,001$ и $R = 0,962$, $p < 0,001$).

В аквариуме № 3, в котором начальное значение ОМЧ воды в 21 раз больше чем в аквариумах № 1 и № 2, через 14 суток (2 недели) исследований микробное число воды увеличилось в 1,7 раза (табл. 7.8). Обсемененность молоди микроорганизмами в этот период достигла 388 ± 67 КОЕ/г, что в 28 раз больше первоначального значения. Прирост креветки был минимальным (7,7%), отход составил 6%. Рост на среде Сабуро зафиксирован на второй неделе выращивания.

Таблица 7.8 – Результаты микробиологических исследований среды выращивания молоди гигантской креветки (аквариум № 3)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов в воде		Количество креветок, экз.	Средний размер креветки, мм
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)		
0	315 ± 74	Роста нет	100	13,22 ± 1,48
2	537 ± 95	2 ± 1	94	14,44 ± 1,81
4	745 ± 123	9 ± 2	86	17,38 ± 3,16
6	961 ± 267	17 ± 4	73	19,80 ± 3,74
8	1289 ± 424	21 ± 3	52	21,50 ± 6,93

В последующие 4 недели наблюдался равномерный рост микробного числа воды. На 8-й неделе ОМЧ воды увеличилось на порядок, относительно первоначального значения, а обсемененность личинок микроорганизмами составила 1170 ± 54 КОЕ/г (рис. 7.7). Максимальный прирост молоди (21%) наблюдался на четвертой неделе эксперимента, а максимальный отход креветки (29%) – на последней недели. На восьмой недели эксперимента у 10% (от общего количества) креветок было зафиксировано развитие заболевания "черные пятна".

За 8 недель исследований линейные размеры креветок увеличились в 1,8 раз.

Корреляционный анализ показал значимое влияние бактериального загрязнения воды на линейный рост и выживаемость молоди гигантской креветки ($R = 0,984$, $p = 0,0009$ и $R = 0,985$, $p < 0,001$).

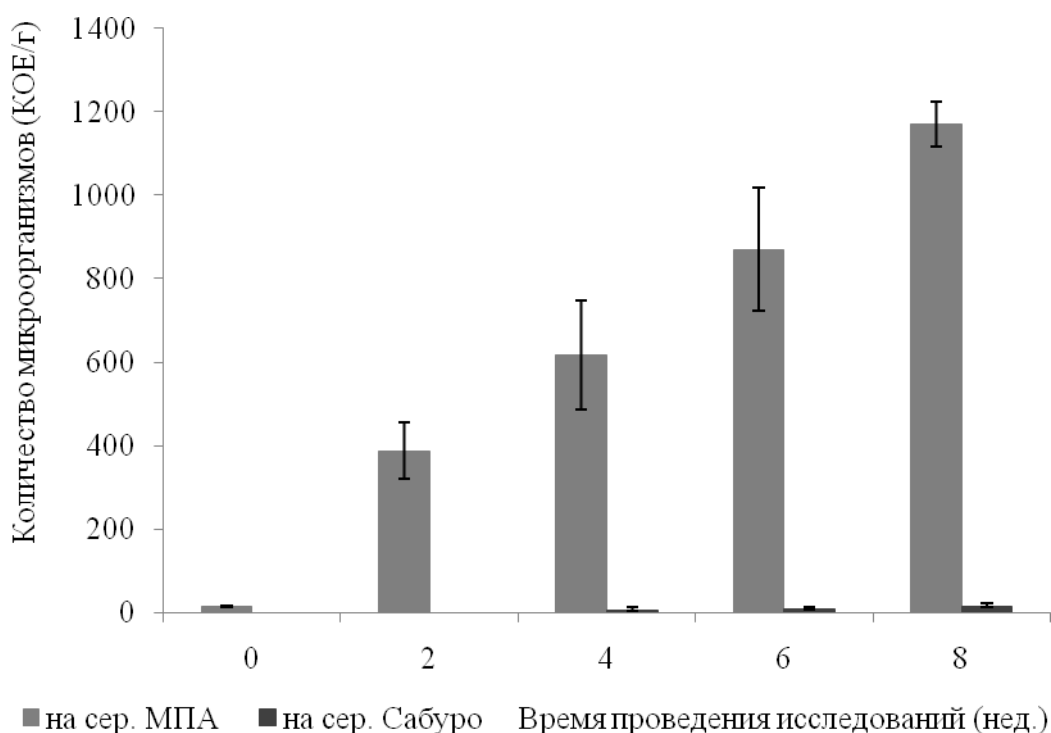


Рис. 7.7. Численность микроорганизмов, выделенных у молоди гигантской креветки (аквариум № 3)

Сравнение результатов исследований, проводимых в аквариумах № 1 и № 2 показало, что процент выживаемости молоди из аквариума № 1 на 6% выше, чем в аквариуме № 2 и линейные размеры креветок из аквариума №1 практически в 1,2 раза больше.

В аквариумах № 2 и № 3 в период проведения эксперимента подмена воды не осуществлялась, однако в аквариуме № 3 ОМЧ воды на начало эксперимента было в 21 раз больше и составляло 315 ± 74 КОЕ/мл. Анализ полученных данных показал, что в аквариуме № 3 отход молоди в 3,7 раза выше, чем в аквариуме № 2. По окончании эксперимента линейные размеры креветок из аквариума № 2 увеличились в 2,6 раз, а из аквариума № 3 – в 1,7 раз.

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние бактериального загрязнения воды на линейный рост и выживаемость личинок гигантской креветки (табл. 7.9).

Таблица 7.9 – Результаты дисперсионного анализа влияния бактериального загрязнения воды на линейный прирост и выживаемость личинок гигантской креветки

Фактор	SS	MS	F	p
ОМЧ (линейный прирост)	732	366	4	0,049
ОМЧ (выживаемость)	9655	4827	58	< 0,001

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднеквадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Сравнительный анализ линейного прироста и выживаемости молоди гигантской креветки показал статистически значимые различия между величинами этих показателей для аквариума №1 и №2 ($p = 0,017$; $p = 0,05$), также как и между величинами этих показателей для аквариума №1 и №3 ($p = 0,002$; $p < 0,001$). Различия между величинами линейного прироста и выживаемости молоди для аквариума №2 и №3 также были значимы ($p = 0,05$; $p < 0,001$).

В результате проведенного нами эксперимента было выявлено, что увеличение бактериального загрязнения воды приводит к снижению выживаемости креветки, например, возрастание значения ОМЧ воды с 315 ± 74 КОЕ/мл по 1289 ± 424 КОЕ/мл снижает выживаемость молоди креветки в 1,9 раз. Также высокое значение ОМЧ воды (более 1000 КОЕ/мл), отмеченное в аквариуме №3, где отсутствовала подмена воды, и значение ОМЧ воды на начало эксперимента составляло 315 ± 74 КОЕ/мл, приводит к развитию заболевания «черные пятна».

Воздействие бактериального загрязнения среды на параметры креветок маточного стада.

Результаты исследования по оценки влияния бактериального загрязнения воды на креветок маточного стада показали, что в аквариуме № 1 (табл. 7.10), где

осуществляли фильтрацию и ежемесячную 100% подмену воды, в течение всего периода исследований наблюдался незначительный рост микробного числа воды. За 18 недель ОМЧ воды увеличилось в 3,4 раза, а обсеменённость взрослых особей креветки микроорганизмами возросло почти в 4 раза. Рост на среде Сабуро отмечен на девятой неделе.

Таблица 7.10 – Результаты микробиологических исследований взрослых особей гигантской креветки и среды их содержания (аквариум № 1)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов			
	Среда содержания		Креветки (поверхность карапакса)	
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/см ²)	На среде Сабуро (КОЕ/см ²)
0	64 ± 9	Роста нет	41 ± 13	Роста нет
3	81 ± 12	Роста нет	66 ± 4	Роста нет
6	102 ± 14	Роста нет	94 ± 15	Роста нет
9	113 ± 14	1 ± 0	107 ± 14	1 ± 1
12	155 ± 15	2 ± 2	116 ± 16	1 ± 1
15	191 ± 13	4 ± 2	130 ± 13	2 ± 1
18	215 ± 26	7 ± 4	162 ± 49	5 ± 3

За исследуемый период в поведении креветок не отмечено никаких особенностей. Повреждений и видимых признаков заболеваний у взрослых особей не наблюдали.

В ходе эксперимента регистрировали временной промежуток межлиночного периода и длительность эмбриогенеза. Интервал между линьками у самок креветок в среднем составлял 26 суток, у самца – 37суток. Продолжительность эмбрионального развития в среднем составила 18 суток.

В аквариуме № 2, в котором проводили только фильтрацию воды, уже на 6-ю неделю эксперимента ОМЧ воды увеличилось в 5,8 раз. В это же время ОМЧ креветок возросло в 6,7 раза, отмечен также рост микроорганизмов на среде Сабуро (табл. 7.11).

Таблица 7.11 – Результаты микробиологических исследований взрослых особей гигантской креветки и среды их содержания (аквариум № 2)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов			
	Среда содержания		Креветки (поверхность карапакса)	
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/см ²)	На среде Сабуро (КОЕ/см ²)
0	64 ± 9	Роста нет	41 ± 13	Роста нет
3	162 ± 49	Роста нет	94 ± 8	Роста нет
6	373 ± 59	8 ± 3	273 ± 59	1 ± 1
9	616 ± 85	12 ± 6	348 ± 50	7 ± 4
12	870 ± 145	19 ± 5	599 ± 17	9 ± 2
15	989 ± 13	27 ± 7	885 ± 89	12 ± 9
18	1170 ± 77	44 ± 18	1045 ± 61	24 ± 7

В дальнейшем наблюдался равномерный рост микробного числа воды. За 126 суток исследований ОМЧ воды превышало первоначальное значение в 18 раз, ОМЧ креветок – в 25,5 раз. За исследуемый период на среде Сабуро отмечен незначительный рост микроорганизмов.

В течение эксперимента межлиночный период у самок в среднем составлял 29 дней, у самца – 42 суток. Продолжительность эмбрионального развития в среднем составила 21 сутки. На 18 неделе наблюдений у одной из самок было зафиксировано грибковое поражение кладки. На последних неделях наблюдений

(начиная с 12 недели) у креветок отмечали снижение двигательной активности и интенсивности питания.

В аквариуме № 3, в котором начальное значение ОМЧ воды в 7,8 раз больше, чем в аквариумах № 1 и № 2, на шестой недели исследований микробное число воды увеличилось в 3,3 раза (табл. 7.12). В этот же момент ОМЧ креветок возросло в 22 раза, на данном этапе эксперимента у одной из самок наблюдалось поражение кладки яиц грибковым заболеванием. Рост микроорганизмов на среде Сабуро (креветки) отмечен на 3 неделе.

Таблица 7.12 – Результаты микробиологических исследований взрослых особей гигантской креветки и среды их содержания (аквариум № 3)

Время проведения исследования, неделя	Количество микроорганизмов			
	Среда содержания		Креветки (поверхность карапакса)	
	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/мл)	На среде Сабуро (КОЕ/мл)	На среде МПА (ОМЧ) (КОЕ/см ²)	На среде Сабуро (КОЕ/см ²)
0	502 ± 79	25 ± 13	41 ± 13	Роста нет
3	971 ± 122	104 ± 38	384 ± 58	44 ± 7
6	1639 ± 173	298 ± 54	894 ± 96	116 ± 35
9	2978 ± 85	843 ± 76	1499 ± 161	149 ± 55
12	6530 ± 275	1670 ± 122	2964 ± 175	784 ± 23
15	Сливной рост	2964 ± 175	4560 ± 344	1376 ± 112
18	Сливной рост	Сливной рост	Сливной рост	Сливной рост

В дальнейшем отмечалось резкое возрастание микробного числа воды. На 12-й недели ОМЧ воды увеличилось в 13 раз относительно первоначального значения. В этот момент времени обсемененность взрослых особей креветки микроорганизмами возросла в 72 раза относительно первоначальных показателей.

В ходе наблюдений на данном отрезке времени у одной из самок было зафиксировано поражение глаз грибковым заболеванием (рис. 7.8), у 2-х других – поражение грибковым заболеванием кладки яиц.

На 18-й неделе эксперимента наблюдался сливной рост микроорганизмов, как на среде МПА, так и на среде Сабуро.



Рис. 7.8. Самка гигантской креветки, пораженная грибковым заболеванием

В ходе эксперимента у самок межлиночный период в среднем составлял 33 суток, у самца – 49 суток. Продолжительность эмбриогенеза в среднем составила 27 суток.

В течение эксперимента у креветок отмечали снижение двигательной активности и интенсивности питания.

Сравнительный анализ результатов проведенных нами исследований в аквариумах № 1 и № 2 показал, что у взрослых особей из аквариума № 1 межлиночный интервал короче на 3 суток у самок, на 5 суток у самцов, чем в аквариуме № 2 и средняя продолжительность эмбрионального развития креветок из аквариума № 1 меньше на 3 суток.

В аквариумах № 3 в начале эксперимента ОМЧ воды было в 7,8 раз больше (502 ± 79 КОЕ/мл), чем в аквариуме № 2. Анализ полученных данных показал, что у самок гигантской креветки из аквариума № 3 промежуток времени между линьками на 4 суток больше, чем в аквариуме № 2, а у самца – на 7 суток. Период

эмбриогенеза для креветок из аквариума № 3 длиннее на 6 суток, чем из аквариума № 2.

Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил влияние бактериального загрязнения воды на продолжительность линочного периода взрослых особей гигантской креветки и эмбриогенеза (табл. 7.13).

Таблица 7.13 – Результаты дисперсионного анализа влияния бактериального загрязнения воды на продолжительность эмбриогенеза и линочного периода взрослых особей гигантской креветки

Фактор	SS	MS	F	p
ОМЧ (эмбриогенез)	414	207	33,16	<0,001
ОМЧ (самки)	275	137	16,52	<0,001
ОМЧ (самцы)	678	339	8,23	0,0016

Примечание: SS – общая сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – расчётное значение критерия Фишера, p – уровень значимости

Продолжительность эмбриогенеза и межлиночного периода у взрослых особей гигантской креветки значимо меньше при ОМЧ не превышающем 215 ± 26 КОЕ/мл (табл. 7.14).

Таблица 7.14 – Результаты сравнения (p) продолжительность эмбриогенеза и линочного периода взрослых особей гигантской креветки при разном уровне микробного загрязнения

		Аквариум №2			Аквариум №3		
		♂	♀	Эмб.	♂	♀	Эмб.
Аквариум №1	♂	0,092	-	-	<0,001	-	-
	♀	-	0,037	-	-	<0,001	-

	Эмб.	-	-	0,029	-	-	<0,001
Аквариум №2	♂	-	-	-	0,043	-	-
	♀	-	-	-	-	0,012	-
	Эмб.	-	-	-	-	-	<0,001

В течение экспериментальных исследований было установлено, что бактериальное загрязнение воды играет важную роль в процессе содержания креветок маточного стада в условиях питомника. Наименьшая продолжительность межлиночного периода и эмбриогенеза была зафиксирована в аквариуме, где уровень микробного числа воды не превышал 215 ± 26 КОЕ/мл. Высокое значение ОМЧ воды (более 1170 ± 77 КОЕ/мл) приводит к снижению двигательной активности и интенсивности питания, а также развитию заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыбное хозяйство во все времена играло в экономике Крыма значимую роль, что обусловлено, прежде всего, особенностями его географического положения. Омывающие крымские берега моря служили базой весьма эффективного рыболовства, в то время как во внутренних водоемах полуострова промышленное рыболовство не осуществлялось. В настоящее время наблюдается резкое снижение добычи водных биоресурсов в результате перелома и ухудшения экологической обстановки, что вызывает необходимость ускоренного развития аквакультуры для удовлетворения растущих потребностей населения.

Товарное производство гигантской пресноводной креветки является новым перспективным направлением развития агропромышленного комплекса Крыма. Особую актуальность это направление приобрело в настоящее время, в связи с проблемами, которые необходимо решить в кратчайший срок, как на федеральном, так и на региональном уровнях в области импортозамещения и развития искусственного воспроизводства биологических ресурсов водного происхождения, в условиях жестких международных экономических и политических санкций, особое пресс от которых испытывает Республика Крым. В 2014 г. прекращена подача днепровской воды через Северо-Крымский канал (СКК) в Крым, обеспечивавшей около 80% объема общего потребления пресной воды на полуострове. Все рыбоводные пруды, системы СКК, занимающие общую площадь примерно 5 тыс. га в настоящее время не заполнены водой. В этих условиях развитие аквакультуры деликатесной продукции, с использованием передовых биотехнологий, местных водных ресурсов позволит, в определенной мере, решить эту проблему. Как указывалось выше, гигантская креветка является высокопродуктивным и быстрорастущим видом, способным за один сезон выращивания достигать товарного размера и, благодаря высоким вкусовым качествам, и пользуется большим спросом на мировом рынке.

Для организации креветочного хозяйства в Крыму была отработана общая схема культивирования гигантской креветки, которая включает в себя два основных этапа. Первый – это получение посадочного материала в контролируемых условиях и второй – товарное выращивание в открытых водоемах.

Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства гигантской креветки в условиях питомника.

Для организации производства креветок в Крыму предлагается следующая технология, включающая в себя:

1. Октябрь – май содержание креветок маточного стада в помещении с хорошей теплоизоляцией;
2. Январь – март проведение нереста, культивирование личинок, получение постличинки в искусственных условиях;
3. Февраль – май подращивание постличинки в контролируемых условиях;

Результаты многолетних исследований по культивированию гигантской креветки в условиях Крыма представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства гигантской креветки в условиях питомника на Крымском полуострове

Наименование	Показатели
Креветки маточного стада	
Масса самок, г	20 – 40
Общая длина самок, см	11 – 14
Масса самцов, г	45 – 85
Общая длина самцов, см	15 – 17
Соотношение самцов и самок	1 : 5
Температура среды содержания, °С	26 – 28
Оптимальный фоторежим (свет:темнота)	12 : 12

Освещенность, лк	1000
Количество одновременно нерестящихся самок, %	19
Продолжительность эмбриогенеза, сут.	15 – 20
Выживаемость креветок на стадии эмбриогенеза, %	81 – 93
Выживаемость самок, %	74
Выживаемость самцов, %	52
Общая выживаемость (самок и самцов), %	63
Суточный рацион, % от массы тела	5
Частота кормлений, раз/сут.	2
Личинки	
Плотность посадки, экз./л	90 – 100
Температура среды содержания, °С	30 – 31
Соленость, ‰	12
Оптимальный фоторежим (свет:темнота)	14 : 10
Освещенность, лк	2000
Продолжительность личиночного периода, сут.	24 – 30
Выживаемость, %	49 – 56
Концентрация науплиев артемии экз./мл	5
Частота кормлений, раз/сут.	6 – 8
Постличинки	
Продолжительность постличиночного периода, сут.	45 – 60
Плотность посадки, экз./м ² :	
первая неделя	5000
вторая неделя	2000
третья неделя	500
седьмая неделя	100 – 200
Выживаемость, %	69 – 94
Температура среды содержания, °С	26 – 28
Оптимальный фоторежим (свет:темнота)	12 : 12

Освещенность, лк	1000
Суточный рацион, % от массы тела	
15 суток	100
30 суток	80
45 суток	50
60 суток	30
Частота кормлений, раз/сут.	6 – 4

Микробиологический режим выращивания креветок.

Санитарно-бактериальный контроль выращиваемых креветок и среды их содержания – важнейший этап биотехнического процесса культивирования. На основании результатов, были рекомендованы предельные значения бактериального загрязнения среды выращивания (табл. 2).

Таблица 2 – Допустимые показатели общего микробного загрязнения среды выращивания при культивировании гигантской креветки

Среда выращивания	ОМЧ (КОЕ/мл)
Личинки на I – VI стадии	300
Личинки на VII – XI стадии	500
Постличинки (молодь)	300 – 700
Взрослые особи (маточное стадо)	500 – 900

Основные мероприятия, проводимые с целью снижения микробного числа воды в выростных ёмкостях, – обеззараживание используемой воды с помощью ультрафиолетовой установки и удаление бактериальной пленки со стен используемых резервуаров.

В процессе производства необходимо осуществлять тщательную санитарную обработку помещения, оборудования и инвентаря до и после каждого цикла выращивания.

Товарное выращивание в открытых водоёмах.

В наших опытах выращивание молодежи гигантской креветки до товарных размеров происходило в водоемах южного (Балаклава), юго-западного (пгт. Орловка), западного (Евпатория) и северного (Красноперекоепск) Крыма.

Выращивание гигантской креветки до товарных размеров рекомендуется проводить в прудах общей площадью 0,7 – 1,2 га и глубиной не более 1,2 м. Дно прудов должно было твердым и достаточно плодородным для лучшего развития естественной кормовой базы, что позволяет снизить расходы на корма и удобрения. Водная растительность не должна занимать более 20% площади прудов. Обязательным условием ведения культурного прудового хозяйства является возможность полного спуска водоема в течение 1 – 2 дней. Неровности дна и не полный спуск воды, затрудняют сбор креветок, что приводит к потере урожая. Выращивание товарной креветки проводили в период устойчивых значений температуры воды, более 20°C, – третья декада мая – вторая половина сентября в районе южного, юго-западного и западного Крыма и первая половина июня – середина сентября – в северной части полуострова. Вылов гигантской креветки в прудах начинали при понижении температуры воды менее 20°C.

Нормативы товарного выращивания гигантской креветки в прудах Крыма представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормативы товарного выращивания гигантской креветки в прудах Крыма

Наименование	Показатели
Период товарного выращивания, сут.	102 – 114
Плотность посадки, экз./га	10000
Средняя начальная масса креветки, г	1,2 – 1,8
Средняя конечная масса креветки, г	48,6 – 84,9
Выживаемость, %	75 – 85
Продуктивность пруда кг/га	365 – 705

Суточный рацион, % от массы тела	10 – 3
Частота кормлений, раз/сут.	1

Поликультура.

Другим направлением повышения рентабельности производства гигантской пресноводной креветки является ее выращивание до товарных размеров в поликультуре с рыбами. Главным при этом является правильный подбор рыб, чтобы наиболее полно использовать кормовую базу водоёмов. В этой связи выделяют основной объект, на выращивание которого направлено основное производство, и добавочный объект, внедряемый для максимально возможного использования кормовой базы водоёма, а также для расширения ассортимента продукции.

Наиболее подходящим видом для совместного выращивания является белый толстолобик. Эта рыба питается фитопланктоном, поэтому является прекрасным мелиоратором водоёмов. При совместном выращивании гигантской креветки и белого толстолобика плотность посадки одного из этих объектов разведения не влияет на объем выхода товарной продукции другого.

Также гигантскую креветку выращивают в поликультуре с такими видами рыб, как пестрый толстолобик, амур, карп, тилапия. Информация, представленная в таблице 4, даёт представление о производительности при совместном выращивании пресноводных креветок и рыб.

Таблица 4 – Средняя плотность посадки и выход креветки и рыбы при выращивании в поликультуре [140]

Виды		Плотность посадки, экз./га	Средняя урожайность, кг/га
Гигантская пресноводная креветка	<i>M. rosenbergii</i> (постличинка)	40 000	1 050
	<i>M. rosenbergii</i>	20 000	1 350

	(молодь)		
тиляпии	<i>O. niloticus</i>	11 000	5 000
	<i>O. aureus</i>	2 500	1 500
Белый амур	<i>C. idella</i>	800	2 000
Пестрый толстолобик	<i>A. nobilis</i>	550	1 200
Белый толстолобик	<i>H. molitrix</i>	2 000	2 600
каrp	<i>C. carpio</i>	4 000	4 000

Наиболее рентабельной является поликультура рыб (основной объект) с добавлением креветок (объём креветок в поликультуре составляет 10%) [144]. Когда при совместном выращивании в прудах основным объектом является креветка, то целесообразно выращивать рыбу в садках, установленных внутри водоёмов.

В результате проведенных нами научно-исследовательских работ было установлено, что природно-климатический потенциал Крыма позволяют развивать аквакультуру пресноводных креветок и создавать фермерские хозяйства современного типа. Перспективной задачей является внедрение результатов биотехнологических исследований, и разработка комплексной программы по развитию аквакультуры в Крыму.

ВЫВОДЫ

1. Основным лимитирующим фактором на стадии эмбриогенеза гигантской креветки является температура среды. Наилучшие показатели развития, роста и выживаемости эмбрионов креветки были отмечены при температуре воды 28°C.

2. Важнейшими абиотическими факторами в период личиночного метаморфоза гигантской креветки являются температура и соленость воды. Оптимальное сочетание этих параметров ($t = 31^{\circ}\text{C}$ и $S = 12\text{‰}$ и) позволило снизить сроки личиночного развития до 17 – 20 суток, по сравнению с ранее полученными результатами в условиях России и Белоруссии, составлявшими 26 – 27 суток.

3. Жизнестойкая молодь гигантской креветки, выпускаемая в пруды для товарного выращивания, должна иметь длину не менее 5 см. Такие параметры посадочного материала удается получить при выращивании молоди при температуре от 28 до 30°C с плотностью посадки 100 – 500 экз./м². Для повышения рентабельности товарного производства целесообразно использовать при культивировании плотности посадки 500 экз./м² при температуре 28°C.

4. Пищевой спектр гигантской креветки в процессе онтогенеза последовательно изменяется. Необходимым условием для роста и развития личинок, особенно I – IV стадии, является наличие живых кормов. Для молоди и взрослых особей разработаны рационы, позволяющие использовать местные ресурсы.

5. В условиях питомника оптимальными биопродукционными показателями обладают самки, длиной 11 – 14 см, массой 20 – 40 г, с рабочей плодовитостью от 8000 до 40000 шт. яиц в одной кладке.

6. Оптимальные в микробиологическом аспекте параметры культивирования гигантской креветки составляют: для личинок не более 101 КОЕ/мл, при постоянной фильтрации и ежедневной замене 100% объема воды;

для молоди – не выше 119 КОЕ/мл, при осуществлении фильтрации и ежемесячной 100% замене воды; для взрослых особей не более 215 КОЕ/мл, при осуществлении фильтрации и ежемесячной 100% замене воды.

7. Природные условия Крыма благоприятны для товарного выращивания гигантских креветок в открытых водоемах в летний период с температурой воды выше 20°C. При длительности сезона выращивания 102 – 114 дней продуктивность пруда составляла 365 – 705 кг/га, выживаемость креветок – 75 – 85%.

8. Использование геотермальных вод для выращивания молоди обеспечивает увеличение темпов роста в 1,5 раза по сравнению с традиционными методами культивирования молоди в условиях питомника.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С целью экономии энергоресурсов при осуществлении круглогодичного цикла получения товарной продукции рекомендуется использовать геотермальные воды как среду для выращивания, или, как источник энергии для создания соответствующего температурного режима в емкостях для культивирования креветки.

2. Оптимизированы условия культивирования и разработаны биотехнические нормативы товарного выращивания гигантской креветки для экологических условий Крымского полуострова. Полученные результаты рекомендуется внедрить при создании фермерских хозяйств современного типа.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

НРП – начальная реализованная плодовитость

КРП – конечная реализованная плодовитость

ОРП – относительная реализованная плодовитость

ОМЧ – общее микробное число

МАФА – мезофильно аэробные и факультативно анаэробные
микроорганизмы

БГКП – бактерии группы кишечной палочки

КОЕ – колониеобразующая единица

МПА – мясопептонный агар

ВСА – висмут-сульфит агар

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алехнович, А. В. Характеристика репродуктивных параметров гигантской тропической креветки / А. В. Алехнович // Троп центр–91: Матер. 1-й науч. конф. Москва; Хошимин; Нячанг; Ханой, 1992. – С. 215–218.
2. 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.
3. Алехнович, А. В. Влияние плотности на рост и выживаемость гигантской тропической креветки в аквакультуре / А. В. Алехнович, С. Н. Панюшин // Докл. АН СССР. – 1991. – 323, №3 – С. 588–591.
4. Альбов, С. В. Целебные источники Крыма / С. В. Альбов. – Симферополь: Таврия, 1991. – 47 с.
5. Андреева, Н. А. Микробиологические методы исследования морских животных и среды их обитания / Н. А. Андреева. – Севастополь, 2010. – 100 с.
6. Аникиев, В. В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. Учебное пособие для студентов биологических специальностей пед. Институтов / В. В. Аникиев, К. А. Лукомская. – М.: «Просвещение», 1997. – 128 с.
7. Бардач, Д. Аквакультура / Д. Бардач, Д. Ритер, У. Макларни. – Москва: Пищевая промышленность, 1978. – 296 с.
8. Буруковский, Р. Н. Определитель креветок, лангустов и омаров / Р. Н. Буруковский. – М.: Пищ. Пром-сть, 1974. – 126 с.
9. Буруковский, Р. Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок / Р. Н. Буруковский // Сб. науч. тр. Всеросс. НИИ рыб.хоз-ва и океанографии. – М., 1992. – С. 77–91.

10. Веллер, Р. Культивирование креветок / Р. Веллер. – М.: Пищ. Пром-сть, 1991. – 204 с.
11. Винберг, Г. Г. Взаимозависимость интенсивности обмена и скорости роста у животных / Г. Г. Винберг // Биология моря. – К., 1968. – вып. 15. – С. 5 – 15.
12. Винберг, Г. Г. Удобрение прудов / Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович. – М.: Пищ. Пром-сть, 1965. – 271 с.
13. 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.
14. Воронов, П. М. Перспектива и биотехника использования артемий в морском рыбоводстве / П. М. Воронов. – К. Наукова думка, 1977. – 72 с.
15. Герхард Ф. Методы общей бактериологии / Ф. Герхард. – М.: Мир, 1983. – 334 с.
16. Гидрология СССР, т.8, Крым. – М.: Недра, 1971. – 364 с.
17. Горбенко, Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона / Ю. А. Горбенко. – К.: Наукова думка, 1977. – 249 с.
18. 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.
19. Заренков, Н. А. Членистоногие. Ракообразные. Часть II / Н. А. Заренков – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1983. – 198 с.
20. Иванов, В. В. Классификация подземных минеральных вод / В. В. Иванов, Г. А. Невраев. – М.: Недра, 1964. – 167 с.
21. Ивлева, И. В. Биологические основы и методы культивирования кормовых беспозвоночных / И. В. Ивлева. – Москва: Наука, 1969. – 170 с.
22. Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных // Мин.здравоохр. СССР., Мин. Рыб.хоз-ва СССР, Шпрорыбфлот. – Л. – 1991.

23. Ихтиопатология / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, В. Н. Воронин, П. П. Головин, Е. Б. Евдокимова, Л. Н. Юхименко. Под ред. Н. А. Головиной, О. Н. Бауэра. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
24. Калина, Г. П. Санитарная микробиология / Г. П. Калина, Г. Н. Чистович. – М.: Медицина, 1969. – 384 с.
25. Киселев, А. Ю. Технология выращивания гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в установке с замкнутым циклом водоснабжения / А. Ю. Киселев, А. Ю. Илясов, В. И. Филатов, Л. А. Богданова. – М.: ВНИИПРХ, 1994. – 20 с.
26. Кобякова, З. И. Отряд десятиногие. Определитель фауны Черного и Азовского морей / З. И. Кобякова, М. А. Долгопольская. – Киев: «Наукова думка», 1969. – С. 269–307.
27. Ковачева, Н. П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* / Н. П. Ковачева. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 240 с.
28. Ковачева, Н. П. Развитие личинок *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), выращенных в замкнутой системе водоснабжения / Н. П. Ковачева, Б. П. Смирнов, Д. Н. Степанов // ЭИ ВНИЭРХ. Сер. Аквакультура, Вып. 1. – 1999. – С. 15–23.
29. Корш, Л. Е. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л. Е. Корш, Т. З. Артемова. – М.: Медицина, 1978. – 272 с.
30. Краснов, И. Б. О возможности морфометрии тела и ядра нейронов в криостатных срезах / И. Б. Краснов // Цитология. – 1982. – №2. – С. 230–232.
31. Крюков В. И. Рыбоводство. Садковое выращивание форели в Центральной России. / В. И. Крюков, А. В. Зарубин // Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – Орел: Изд-во «Автограф», 2011. – 32 с.
32. Кулеш, В. Ф. Пищевые потребности личинок пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan) / В. Ф. Кулеш // Вопросы экспериментальной зоологии. – Минск, 1983. – С. 11–18.

33. Кулеш, В. Ф. Выращивание субтропической пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan) в моно- и поликультуре на отработанной воде теплоэлектростанции / В. Ф. Кулеш // Тез. Докл. 4-й Всесоюз. конф. по промышленным беспозвоночным. Ч. 1. – 1986. – С. 110–111.
34. 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.
35. Кулеш, В. Ф. Состав пищи и пищевая избирательность пресноводных креветок в аквакультуре (обзор) / В. Ф. Кулеш // Весці БДПУ. – 2010. – №3 (65). – С. 21–28.
36. Кулеш, В. Ф. Величина пищевого рациона и его усвояемость у десятиногих ракообразных / В. Ф. Кулеш // Весці БДПУ. – 2014. – №1. – с. 3–11.
37. Кулеш, В. Ф. Выживаемость субтропической креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan) на ранних этапах онтогенеза / В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович // Тез. III Всес. конф. «Проблемы рационального использования промышленных беспозвоночных». – Калининград, 1982. – С. 110–113.
38. 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.
39. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
40. Лебедев, Р. О. Влияние температуры на выживаемость гигантской пресноводной креветки / Р. О. Лебедев, А. В. Жигин. Н. П. Ковачева, Н. В. Кряхова // Материалы научно-практ. Конф. «Зоокультура и биологические ресурсы». – М.: КМК, 2004. – С. 48–50.
41. 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.
42. Лурье, Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье.

– Москва: «Химия», 1971. – 376 с.

43. 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.

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

45. Мартышев, Ф. Г. Прудовое рыбоводство / Ф. Г. Мартышев. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 428 с.

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

47. Минеральные и термальные воды Крыма // Геология СССР. Том VIII. Крым. Полезные ископаемые. М., «Недра», 1974. – 208 с.

48. 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.

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

50. Низяев, С. А. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России / С. А. Низяев, С. Д. Букин, А. К. Клитин, Е. Р. Первеева, Е. В. Абрамова, А. А. Крутченко. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 114 с.

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

52. 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 АГТУ. Серия: Экология». – Астрахань, 2004. – № 2 (21). – С. 60–65.

53. Пономарев, С. В. Фермерская аквакультура: Рекомендации / С. В. Пономарев, Л. Ю. Лагуткина, И. Ю. Киреева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 192 с.
54. Практикум по микробиологии / Под ред. Н. С. Егорова. – М.: Моск. унив., 1976. – 306 с.
55. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов: ГОСТ 26670-91. – Взамен ГОСТ 26670 – 85. – [Введен 01.01.1993]. – М.: Стандартиформ, 2003. – 3 с.
56. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов: ГОСТ 10444.12-88. - Взамен ГОСТ 10444.12-75, ГОСТ 10444.13-75, ГОСТ 26888-86. – [Введен 01.01.1990]. – М.: Стандартиформ, 2010. – 301 с.
57. Руднева, И. И. Артемия. Перспективы использования в народном хозяйстве / И. И. Руднева. – Изд-во К. Наукова думка, 1991. – 139 с.
58. Сальников, Н. Е. Пресноводные креветки – перспективный объект аквакультуры прикаспийского и северо-кавказского региона / Н. Е. Сальников // Зооиндустрия. – 2001. – №1. – С. 48–52.
59. Сальников, Н. Е. Биология и культивирование пресноводных креветок / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Астрахань. Изд-во АГТУ, 1998. – 86 с.
60. Сальников, Н. Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Астрахань, 2000г. – 230 с.
61. Сальников, Н. Е. Некоторые особенности питания гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова // «Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство», сборник трудов. – Астрахань, 2000. – С. 139–144.
62. Статкевич, С. В. «Плодовитость гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях аквакультуры» / С. В. Статкевич // Рибне господарство України. – Керч, 2009. – №5(64). – С. 35–36.
63. 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.

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

65. 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.

66. Статкевич, С. В. Некоторые проблемы искусственного воспроизводства личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) / С. В. Статкевич // «Известия ТИНРО». – Владивосток, 2015. – Том 183. – с. 252–258.

67. Статкевич, С. В. Влияние микробиологических параметров среды выращивания на продуктивность самок креветок *Macrobrachium rosenbergii* / С. В. Статкевич, В. В. Шишова // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе. Материалы VII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 24–26 октября 2013 г.). – Симферополь, 2013. – С. 395–397.

68. Степанов, Д. Н. Товарное выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в России / Д. Н. Степанов, Б. П. Смирнов, Н. П. Ковачева // ЭИ ВНИЭРХ. Сер.: Аквакультура. – 2000. – Вып. 1. – С. 3–11.

69. Степановских, А. С. Экология. Учебник для вузов / А. С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.

70. Супрунович, А. В. Аквакультура беспозвоночных / А. В. Супрунович. – Киев: наукова думка, 1988. – 154 с.

71. Супрунович, А. В. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки и креветки / А. В. Супрунович, Ю. Н. Макаров. – Киев: наукова думка, 1990. – 261 с.
72. Суханова, М. Э. Способ выращивания личинки гигантской пресноводной креветки / М. Э. Суханова // Конф. молодых ученых и специалистов. КаспНИРХ: Тез. докл. – Астрахань, 1996. – С. 93–95.
73. 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.
74. Хмелёва, Н. Н. Закономерности размножения ракообразных / Н. Н. Хмелева. – Минск: «Наука и Техника», 1988. – 208 с.
75. Хмелева, Н. Н. Пресноводные креветки / Н. Н. Хмелева, Ю. Г. Гигиняк, В. Ф. Кулеш. – М., 1988. – 128 с.
76. Хмелёва, Н. Н. Продукция кормовых и промысловых ракообразных / Н. Н. Хмелёва, А. П. Голубев. – Минск: Наука и техника, 1984. – 214 с.
77. Хмелёва, Н. Н. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелёва, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: «Беларуская навука», 1997. – 254 с.
78. 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.
79. Чепурнов, А. В. Культивирование рыб Черного моря в замкнутых установках / А. В. Чепурнов. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 104 с.
80. Червяков, Б. В. Разведение пресноводных креветок / Б. В. Червяков // Рыбн. Хоз-во. – №3, 1991. – С. 35–39.
81. 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.

82. 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.
83. Akintola, S. L. Microbiological changes in freshwater prawn (*Macrobrachium vollehovienii*, Herklots 1857) stored in ice / S. L. Akintola, S. B. Bakare // American Journal of Food Technology. – 2011. – 6 (6). – P. 500–506.
84. 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 Maricult. Soc. – 1981. – 12. – P. 223–230.
85. 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.
86. 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.
87. 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.
88. 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.
89. 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.
90. 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.

91. 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.
92. Brinckmann-Voss, A. The hydroid and medusa of *Sarsia bella* sp. nov. (Hydrozoa, ntheoathecatae, Corynidae), with a correction of the «life cycle» of *Polyorchis penicillatus* (Eschscholtz) / A. Brinckmann-Voss // Sci. Mar. – 2000. –№64 (1). – P. 189–195.
93. Brock, J. A. Diseases (infectious and noninfectious), metazoan parasites, predators and public health considerations in *Macrobrachium* culture and fisheries / J. A. Brock. In: McVey, J.P. (ed.). Handbook of Mariculture, Vol. I. Crustacean Aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida. – 1983. – 442 p.
94. Brock, J. A. Observation and comments concerning terminal growth in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man. First Biennial Conference on Warm Water Aquaculture – Crustacea / J. A. Brock, V. T. Sato, R. T. Shimago, P. Benis // Brigham Young University (Hawaii Campus), Laie, Hawaii. AVI Press, Westport, Connecticut. 1985
95. Brock, J. A., Brook M. J. Low water temperature / J. A. Brock, M. J. Brook // Disease Diagn. and Contr. N. Fmer. Mar. Aquacult. Amsterdam. – 1989. – P. 173–174.
96. 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.
97. 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.
98. 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.

99. Cheng, W. The susceptibility of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* to *Lactococcus garvieae* and its resistance under copper sulfate stress / W. Cheng, C. H. Wang // *Dis. Aquat. Org.* – 2001. – Vol. 47. – P. 137–144.
100. Cohon, D. Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. 1. Integration late fish policulture system / D. Cohon, Z. Ra'aman, A. Barnes // *Aquacult.* – 1983. – 31, №1. – P. 67–76.
101. Colorni, A. A study on the bacterial flora of giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, larval feed with *Artemia salina* nauplii / A. A. Colorni // *Aquaculture.* – 1985. – Vol. 49, №1. – P. 1–10.
102. Coyle, A. Effects of stocking density on nursery production and economics of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* / A. Coyle, S. Dasgupta, J. H. Tidwel // *J. Appl. Aquacult.* – 2003. – Vol. 14, №1 (2). – P. 137–148.
103. 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.
104. 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.
105. Deeseenthum, S. Effect of feeding *Bacillus sp.* as probiotic bacteria on growth of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) / S. Deeseenthum, V. Leelavatcharamas, J. D. Brooks // *Pakistan Journal of Biological Sciences.* – 2007. – 10 (9). – P. 1481–1485.
106. Devresse, B. Improved larviculture output in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* fed a diet of *Artemia* enriched with n-3 HUFA and phospholipids / B. Devresse, M. S. Romdhane, M. Buzzi, J. Rasowo, P. Leger, J. Brown, P. Sorgeloos // *World Aquacult.* – 1990. – Vol. 21. – P. 123–125.
107. Diaz, G. G. The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) larvae / G. G. Diaz, S. Kasahara // *J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hirosima Univ.* – 1987. – 26, №1. – P. 1–10.

108. FAO:<http://www.fao.org>: Fisheries.Statistics.
109. Fisher, W. S. Eggs of *Palaemon macrodactylus*. II. Association with aquatic bacteria / W. S. Fisher // Biol. Bull. –1983. – Vol. 164, №2. – P. 201–213.
110. 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 // IJESSE. – 2011. – Vol. 1. – P. 83–90.
111. Heidi, L. H. La reproduction cher les Crustacea Decapodes de la Famille des Peneides / L. H. Heidi // Ann de L'institut oceanogr. – 1938. – 18, №2. – P. 31.
112. Holthuis, L. B. FAO Species Catalogue. Shrimps and prawn of the world / L. B. Holthuis // FAO Fisheries Synopsis. – 1980.– Vol. 1, №125. – P. 1–107.
113. Holthuis, L. B. Nomenclature and taxonomy in Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii* / L. B. Holthuis // Oxford, England, Blackwell Science. – 2000. – p. 12–17.
114. Hossain, M. A. Low-cost diet for monoculture of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man)) in Bangladesh / M. A. Hossain, P. Lippi // Aquacult. Res. – 2007. – Vol. 38. – P. 232–238.
115. Humayin, N. M. Observations on the pond growth rate of *Macrobrachium rosenbergii* at different stocking density / N. M. Humayin, A. K. M. Alam // Bangladesh J. Zool. – 1988. – 16(2). – P. 171–175.
116. 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.
117. 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.
118. Kumlu, M. Effects of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus* / M. Kumlu, O. T. Eroldogan, M. Aktas // Aquaculture. – 2000. – 188, №1-2. – P. 167–173.

119. Kurup, B. M. Reviving the *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) fishery in Vembanad Lake, India / B. M. Kurup, M. Harikrishnan // Naga, the ICLARM Quarterly. – 2000. – Vol. 23, №2. – P. 4–9.
120. Kwon, C. S. Life history of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) reared in the laboratory / C. S. Kwon // Collect/ Breed. – 1982. – Vol. 44, №2. – P. 376–381.
121. 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.
122. Lalitha, K. V. Microbiological changes in farm reared freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) in ice / K. V. Lalitha, P. K. Surendran // Food Control.–2006. –17. – P. 802–807.
123. Lalrinsanga, P. L. Length weight relationship and condition factor of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) based on developmental stages, culture stages and sex / P. L. Lalrinsanga, B. R. Pillai, G. Patra, S. Mohanty, N. K. Naik, S. Sahu // Turk. J. Fish. Aquat. Sci. – 2012. – № 12. – P. 917–924.
124. 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.
125. Ling, S. W. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. W. Ling // FAO World Sci. Conf. on Biol. and Cult. of Shrimps and Prawns . Exp. Par., Agenda item 8. FR: BCSP. – 1967. – №31. – P. 1–11.
126. Ling, S. W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. W. Ling // FAO Fish. Report. – 1969. – Vol. 57, №3. – P. 589–606.
127. Ling, S. W. Review of culture of freshwater prawns/ S. W. Ling, T. I. Costello // FAO Techn. Conf. Aquacult. (Prepr.). – 1976. – №29 (111). – P. 1–12.
128. Ling, S. W. Notes on the life and habits of the adult and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. W. Ling, A. B. O. Merican // Ptoc. Indo-Pacific Counc. – 1961. – Vol. 9, №2. – P. 55–60.

129. Lobao, V. L. Efeitos de racoes de origem proteica vegetal e animal na engorda de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / V. L. Lobao, J. V. Lombardi, E. A. Roverso, H. L. Marques, E. Hortencio, S. G. Melo // Bol. Inst. Pesca. – 1995. – Vol. 22. – P. 159–164.
130. 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.
131. McVey, J. P. CRC handbook of mariculture. VI. / J. P. McVey. Crustacean aquaculture Boca Ration. Florida, CRC Press. – 1983. – 442 p.
132. Mohanta, K. N. Development of giant freshwater prawn broodstock / K. N. Mohanta // Naga, The ICLARM Quarterly. – 2000. – Vol. 23, №3. – P. 18–20.
133. Mossolin, E. C. Crustacea, Decapoda, Palaemonidae, *Macrobrachium* Bate, 1868, São Sebastião Island, state of São Paulo / E. C. Mossolin, L. G. Pileggi, F. L. Mantelatto // Southeastern Brazil Check List. – 2010. – Vol. 6, Issue 4. – P. 605–613.
134. 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.
135. 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.
136. 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.
137. Nayem, M. J. Pathogenic bacteria, pesticide residues and metal content in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) sold in local markets / M. J. Nayem // Journal of Bangladesh Academy of Sciences. – 2011. – Vol. 35 (№1). – P. 91–97.

138. Needham, J. On phosphorus metabolism of embryonic life. 1. Invertebrate eggs / J. Needham, D. M. Needham // *J. Exp. Biol.* – 1930. – 7, №3. – P. 317–348.
139. New, M. B. Status of freshwater prawn farming: a review / M. B. New // *Aquacult. Res.* – 1995. – Vol. 26. – P. 1–54.
140. New, M. B. Farming freshwater prawn: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / M. B. New // Rome: FAO, Fisheries Techn. Pap. Food and agriculture organization of the united nations. – 2002. – №428. – 212 p.
141. New, M. B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future / M. B. New // *Aquacult. Res.* – 2005. – Vol. 36. – P. 210–230.
142. New, M. B. Global scale of freshwater prawn farming / M. B. New, C. M. Nair // *Aquaculture Research.* – 2012. – Vol. 43, Issue 7. – P. 960–969.
143. New, M. B. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii* / M. B. New, S. Singholka // FAO Fish. Tech. Pap. – 1982. – №225. – P. 1–116.
144. New, M. B. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii* / M. B. New, S. Singholka // FAO Fish. Tech. Pap. – 1985. – Rev. 1. – 118 p.
145. New, M. B. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii* / M. B. New, W. C. Valenti // Oxford, England: Blackwell Science, 2000. – 215 p.
146. Pandian, T. J. Changes in chemical composition and caloric content of developing eggs of the shrimp *Crangon crangon* / T. J. Pandian // *Helgol. Wiss. Meeresunters.* – 1967. – № 3 (16). – P. 216–224.
147. Pandian, T. J. Ecophysiological studies on the developing eggs and embryos of the European lobster *Homarus gammarus* / T. J. Pandian // *Mar. Biol.* – 1970. – №2 (5). – P. 153–167.
148. Pandian, T. J. Yolk utilisation and hatching time in the Canadian lobster *Homarus americanus* / T. J. Pandian // *Mar. Biol.* – 1970. – 7, № 3. – P. 249–254.

149. Peng, S. E. Detection of white spot baculovirus_WSBV in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, using polymerase chain reaction / S. E. Peng, C. F. Lo, C. H. Ho, C. F. Chang, G. H. Kou // Aquaculture. – 1998. – 164. – P. 253–262.
150. Pillai, D. A review on the diseases of freshwater prawns with special focus on white tail disease of *Macrobrachium rosenbergii* / D. Pillai, J. R. Bonami // Aquaculture Research. – 2012. – Vol. 43, Issue 7. – P. 1029–1037.
151. Qian, D. Extra small virus-like particles (XSV) and nodavirus associated with whitishmuscle disease in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* /D. Qian, Z. Shi, S. Zhang, Z. Cao, W. Lie, L. Li, Y. Xie, I. Cambournac, J-R. Bonami // Journal of Fish Diseases. – 2003. – 26. – P. 521–527.
152. Ranjeet, K. Heterogeneous individual growth of *Macrobrachium rosenbergii* male morphotypes / K. Ranjeet, B. M. Kurup // Naga, The ICLARM Quarterly. – 2002. – Vol. 25, №2. – P. 13–18.
153. Ranjeet, K. Density dependant variations on the production and population structure of *Macrobrachium rosenbergii* reared in the wetland polders of South India / K. Ranjeet, B. M. Kurup // Braz. J. Aquat. Sci. Technol. – 2011. – 16(X). – P. 55–62.
154. Rashid, M. A. Fecundity and embryonic development in three *Macrobrachium* species / M. A. Rashid, R. M. Shahjahan, R. A. Begum, M. S. Alam, Z. Ferdous, M. Kamruzzaman // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2013. – Vol. 1, №1. – P. 3–11.
155. Rao, R. M. Studies on the biology of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) of the Hooghly estuary with notes on its fishery / R. M. Rao // Proc. Nation. Inst. Sci. India. – 1967. – 33b, №5. – P. 252–279.
156. Saad, A. S. growth response of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), to diets having different levels of biogen / A. S. Saad, M. M. Habashy, K. M. Sharshar // World Applied Sciences Journal. – 2009. – 6 (4). – P. 550–556.
157. Sandifer, P. A. Experimental aquaculture of Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in South Carolina, USA / P. A. Sandifer, T. I. J. Smith // FAO Techn. Conf. Aquacult. Ser.E. – 1976. – №3. – P. 26.

158. Sandifer, P. A. Freshwater prawns / P. A. Sandifer, T. I. J. Smith // Report on the experiments to develop aquaculture techniques for *Paralithodes camtschaticus*, Westport. – 1985. – P. 63–125.
159. Sansawat, A. Anti-*Aeromonas hydrophila* activity and characterization of novel probiotic strains of *Bacillus subtilis* isolated from the gastrointestinal tract of giant freshwater prawns / A. Sansawat, M. Thirabunyanon // Maejo Int. J. Sci. Technol. – 2009. – 3 (01). – P. 77–87.
160. Sarver, D. Possible sources of variability in stocking mortality in post larval *Macrobrachium rosenbergii* / D. Sarver, S. R. Malecha, D. R. Onizuka // Giant Prawn Farming. Elsevier, New York. – 1982. – 15 p.
161. Sharshar, K. M. Studies on Diseased freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* infected with *Vibrio vulnificus* / K. M. Sharshar, E. A. Azab // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2008. – 11 (17). – P. 2092–2100.
162. Sinderman, C. J. Disease and husbandry problems of cultured *Macrobrachium rosenbergii* / C. J. Sinderman, D. V. Lightner // Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. – 1988. – P. 134–180.
163. Statkevich, S. The temperature regime at the period of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* embryogenesis under artificial conditions of reproduction / S. Statkevich // «FABA 2014: Marine and Inland Biodiversity: Interactions with Fisheries and Aquatic Environments». – Trabzon, 2014. – P. 336.
164. Tidwell, J. H. Overview of recent research and development in temperate culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in the South Central United States / J. H. Tidwell, L. R. D'Abramo, S. D. Coyle, D. Yasharian // Aquaculture Research. – 2005. – 36. – P. 264–277.
165. Uno, Y. Effects of temperature on the activity of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / Y. Uno, A. B. Bejie, Y. Igarashi // Mer. – 1975. – 13, №3. – P.120–124.
166. Uno, Y. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / Y. Uno, C. S. Kwon // J. of the Tokyo University of Fisheries. – 1969. – 55, №2. – P. 179–190.

167. Vijayan, K. K. A brackishwater isolate of *Pseudomonas* PS-102, a potential antagonistic bacterium against pathogenic vibrios in penaeid and non-penaeid rearing systems / K. K. Vijayan, I. S. Bright Singh, N. S. Jayaprakash, S. V. Alavandi // *Aquaculture*. – 2006. – 251. – P. 192–200.

168. Vijayan, K. K. Incidence of white muscle disease, a viral like disease associated with mortalities in hatchery-reared postlarvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) from the southeast coast of India / K. K. Vijayan, V. Stalin Raj, S. V. Alavandi, V. Thillai Sekhar, T. S. Santiago // *Aquaculture Research*. – 2005. – 36. – P. 311–316.

169. Wang, C. S. *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus infection in *M. rosenbergii* (de Man) with white tail disease cultured in Taiwan / C. S. Wang, J. S. Chang, C. M. Wen, H. H. Shin, S. N. Chen // *Journal of Fish Diseases*. – 2008. – 31. – P. 415–420.

170. Wickins, J. F. *Crustacean Farming. Ranching and Culture* / J. F. Wickins, D. Lee. – Nottingham: Blackwell Sci., 2002. – 420 p.

171. WoRMS :<http://www.marinespecies.org/aphia.php>

172. Wowor, D. Evolution of life history traits in Asian freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) based on multilocus molecular phylogenetic analysis / D. Wowor // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2009. – №52. – P. 340–350.

173. Xianle, Y. The status and treatment of serious diseases of freshwater prawns and crabs in China / Y. Xianle, H. Yanping // *Aquaculture Asia*. – 2003. – Vol. VIII, №3. – P. 19–24.

174. Yathavamoorth, R. Enteric bacteria and water quality of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in culture environment from Kerala, India / R. Yathavamoorth // *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. – 2010. – №23. – P. 73–84.

175. Yeh, S. P. Effects of an organophosphorus insecticide, trichlorfon, on hematological parameters of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. P. Yeh, T. G. Sung, C. C. Chang, W. Cheng, C. M. Kuo // *Aquaculture*. – 2005. – 243. – P. 382–392.

176. Yousuf, A. H. M. Reduction of Bacterial Pathogens in *Penaeus monodon* and *Macrobrachium rosenbergii* Using Several Chemical Interventions / A. H. M. Yousuf, Md. Kawser Ahmed // World Journal of Agricultural Sciences. – 2008. – 4 (S). – P. 856–861.