

УДК 595.384.12:639.512

Креветка травяной чилим *Pandalus latirostris* как потенциальный объект аквакультуры*Р.Р.Борисов¹, Н.П.Ковачева¹, И.Н.Никонова¹, Д.С.Печёнкин¹, С.Е.Лузгин²*

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)

²ООО «Бионт-К» (г. Владивосток)
e-mail: borisovrr@vniro.ru

Проведена оценка потенциала травяного чилима *Pandalus latirostris* в качестве объекта аквакультуры. Определены морфологические и поведенческие отличия первых стадий. Наиболее существенные перестройки морфологии особи завершаются с линькой на третью стадию. К этому моменту формируются основные структуры дыхательного аппарата, экзоподиты максиллипод III редуцируются; в качестве основных органов движения используются плеоподы и хвостовой веер. Происходящие в дальнейшем изменения носят плавный, поступательный характер и не оказывают существенного влияния на поведение особи. Исследовательские работы показали возможность получения молоди креветки *P. latirostris* в искусственных условиях с использованием в качестве корма науплиев *Artemia* sp. Отработан метод транспортировки креветок без воды, позволяющий осуществлять их перевозку в живом виде на значительные расстояния. Исследованы темпы роста, продолжительности стадий и межличиночных периодов; осуществлён подбор кормов для личинок и молоди. Подтверждены полученные ранее данные о возможности длительного содержания в искусственных условиях взрослых особей креветки *P. latirostris*. Все это, в совокупности с имеющимися данными о биологии вида, позволяет рассматривать креветку травяного чилима *P. latirostris* в качестве перспективного объекта аквакультуры.

Ключевые слова: аквакультура, травяной чилим *Pandalus latirostris*, онтогенез, ранние стадии, рост.

В последние десятилетия во всём мире происходит бурное развитие аквакультуры [ФАО, 2014]. Основную массу производимой продукции составляет рыба и моллюски, а доля других гидробионтов, в том числе ракообразных, все ещё остаётся низкой. Ракообразные являются одной из наиболее ценных групп гидробионтов, а их естественные популяции часто находятся в депрессивном состоянии в результате промысла и нарушения привычных мест обитания. Эта группа характеризу-

ется большим видовым разнообразием, своеобразием поведения и жизненных циклов. Всё это придаёт работам по изучению их биологии и возможности использования в качестве объектов аквакультуры особую актуальность.

Одним из промысловых видов ракообразных на Дальнем Востоке является креветка травяной чилим *Pandalus latirostris* Rathbun, 1902. Этот вид креветок из семейства Pandalidae обитает в прибрежной зоне от литорали до глубины 30 м среди зарослей

Zostera и, в меньшей степени, *Phyllospadix*. Распространён в заливе Петра Великого, у юго-западного Сахалина, в заливах Терпения, Анива и у южных Курильских островов, а на юге встречается до Нагасаки и Чемульпо [Виноградов, 1950]. Травяной чилим обладает хорошими вкусовыми качествами. Взрослые особи достигают 160 мм в длину и массы 23 г. Средняя длина взрослых особей — 100–140 мм и масса — около 16 г [Волова, Микулич, 1963; Табунков, 1973]. Биология, жизненный цикл, морфологические особенности ранних стадий и динамика популяций этого вида достаточно хорошо изучены [Kurata, 1955; Табунков, 1973; Ковалева, 1982; Микулич, 1982; Лысенко, 1987; Бегалов, Бегалова, 2004; Буновский и др., 2007; Букин, Бегалова, 2011; Буяновский, Войдаков, 2011; Ковалева, Калинина, 2014]. В нашей стране в 1960-е гг., в связи с попыткой акклиматизации в Чёрном море [Мишарев, 1962], были выполнены работы по исследованию чувствительности креветки *P. latirostris* к таким абиотическим факторам как солёность, температура и содержание кислорода [Мишарев, 1962; Карпевич, Михайлов, 1964]. В условиях аквариальной была получена молодь креветки, но в ходе линек на первых стадиях развития большая часть личинок погибла [Kurata, 1955; Карпевич, Михайлов, 1964]. В конце 1970-х гг. выполнено несколько экспериментов по получению и подращиванию потомства креветки *P. latirostris* в искусственных условиях [Микулич и др., 1980; Микулич, Ефимкин, 1983]. К сожалению, несмотря на положительные результаты, эти работы не получили продолжения, а исследования этого вида в контексте аквакультуры до настоящего времени больше не проводились. Вместе с тем в мире аквакультура креветок, обитающих как в пресных, так и в морских водах, активно развивается, а объёмы производства постоянно растут [ФАО, 2014]. Увеличился в последние годы и спрос на живых гидробионтов. Возникла потребность в расширении ассортимента видов, продаваемых в живом виде. В связи с этим целью данной работы является оценка потенциала травяного чилима *P. latirostris* в качестве объекта аквакультуры. Накопленный в лаборатории марикультуры беспозвоночных ВНИРО опыт

работы с различными видами десятиногих ракообразных [Ковачева и др., 2005; Ковачева, 2008; Ковачева, Буяновский, 2008; Борисов и др., 2011; Борисов и др., 2013; Ковачева и др., 2015] позволил разработать комплексный подход и спланировать эксперименты, включающие в себя наиболее важные технологические аспекты культивирования вида: получение молоди; определение морфологических и поведенческих отличий на ранних стадиях онтогенеза; исследование скорости роста, продолжительности стадий и межлиночных периодов; подбор подходящих кормов для личинок, молоди и взрослых особей; транспортировка в живом виде и содержание товарных особей в искусственных условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы выполнены на базе бассейнового комплекса ООО «Бионт-К», бухта Северная Славянского залива Японского моря, и аквариальной лаборатории марикультуры беспозвоночных ФГБНУ «ВНИРО» (г. Москва).

Для выполнения экспериментальных работ взрослых особей креветки выловили в бухте Северная Славянского залива Японского моря.

Определение морфологических изменений и скорости роста. Для проведения данного эксперимента из особей, вылупившихся в период с 20 по 27 мая, сформировали экспериментальную группу, которую содержали в ёмкости с объёмом воды 15 л. В качестве основного корма использовали живых односуточных науплиев *Artemia* sp. В ёмкости разместили субстраты: пластиковую сетку и zostеру (*Zostera marina*). Корм вносили два раза в сутки. Ежедневно меняли 1/2 воды в ёмкости. Продолжительность эксперимента составила 60 суток. С интервалом в 7–10 суток (средняя продолжительность межлиночного периода) из ёмкости случайным образом отбирали по 15 особей для проведения измерений массы и длины тела, а также для исследования морфологии.

Определение продолжительности межлиночных периодов. Сразу после вылупления 20 особей молоди креветки разместили в индивидуальных ёмкостях с объёмом воды 100 мл.

Один раз в сутки в ёмкостях проводили смену воды, вносили корм (науплии *Artemia* sp.), просматривали на предмет появления личинок шкурки и погибших особей. Температура воды в экспериментальных ёмкостях зависела от температуры в помещении. Измерение температуры проводили два раза в сутки. Общая продолжительность эксперимента составила 70 суток.

Определение выживаемости особей на первых стадиях личиночного периода. В период с 17 по 23 мая в ёмкость (объём воды — 15 л) посадили 333 личинки первой стадии. В качестве основного корма использовали науплиев *Artemia* sp., а как дополнение — одноклеточные водоросли *Dunaliella salina*. Корм вносился два раза в сутки. В ёмкости разместили субстраты: пластиковую сетку и зостеру. Ежедневно меняли 1/2 воды в ёмкости. Продолжительность эксперимента составила 17 суток. За это время личинки креветки два раза перелиняли и достигли третьей стадии. По окончании эксперимента определили число выживших особей. В дальнейшем их использовали в эксперименте по подбору кормовых объектов.

Подбор кормовых объектов. По 40 особей молоди креветки в возрасте 20–25 суток посадили в две ёмкости (объём воды — 15 л). Использовали два варианта диеты: в первую ёмкость вносили науплиев артемии (6 тыс. экз./л); во вторую — одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* (30×10^6 кл./л). Корм вносился один раз в сутки. Спустя 23 суток особей из каждого варианта эксперимента разделили на две равные группы. При этом для одной из групп сохранили соответствующую диету: науплиев артемии (6 тыс. экз./л) и водорослей (30×10^6 кл./л) соответственно. Другим группам в качестве корма начали давать смесь из науплиев артемии (3 тыс. экз./л) и водорослей *Dunaliella salina* (15×10^6 кл./л). Во всех ёмкостях в качестве субстратов разместили пластиковую сетку, а в вариантах эксперимента с кормлением водорослями часть сеток заменили на зостеру. Общая продолжительность эксперимента составила 38 суток. Перед постановкой эксперимента случайным

образом отобрали 15 особей и измерили длину и массу тела. По окончании эксперимента определили выживаемость, длину и массу тела всех особей.

Содержание взрослых особей в искусственных условиях. В две ёмкости с объёмом воды 200 л высадили 46 крупных (преимущественно самки средней массой $16,7 \text{ SD} \pm 3,4$ г) и 100 средних (преимущественно самцы средней массой $3,4 \text{ SD} \pm 1,4$ г) особей креветки. В качестве субстратов в ёмкости разместили сетку и зостеру. Ежедневно проводили смену воды. В качестве основного корма использовали мясо рыбы. Дополнительно предлагались другие типы корма: мясо кальмара, мидии, комбикорма. При этом обращали внимание на активность потребления корма особями. Продолжительность эксперимента составила 40 суток.

Транспортировка товарных особей без воды. С креветками (средняя масса 7,78 г) выполнено две серии экспериментов в осенний и весенний период. В октябре перед началом экспериментов креветок в течение 9 суток выдерживали без еды, а температуру в ёмкостях, где содержались креветки, постепенно снижали до 10–11 °С. Выполнено два варианта эксперимента.

В первом эксперименте провели имитацию двух вариантов транспортировки: с сухим и влажным транспортировочным материалом. В пластиковые контейнеры объёмом 1 л размещали по 10–15 креветок, укладывая их двумя рядами. На дно контейнеров, между особями и сверху прокладывали несколько слоёв нетканого материала (состав: вискоза, полиэстер), обладающего повышенными впитывающими свойствами. В первом варианте материал размещали в контейнерах сухим, во втором — влажным (предварительно его смачивали морской водой, после чего тщательно отжимали). Для каждого варианта эксперимента сформировали по три контейнера. Контейнеры разместили в холодильнике при постоянной температуре 7–8 °С. Спустя 12, 24, и 36 часов из холодильника изымали по одному контейнеру для каждого варианта эксперимента. Особей помещали в воду и наблюдали за их поведением.

ем. Количество выживших особей подсчитывали через сутки.

В ходе второго эксперимента провели транспортировку 30 особей креветки из Владивостока в Москву. Креветок уложили в три контейнера с сухим нетканым материалом. Контейнеры разместили в изотермическую сумку, на дне которой находились пакеты со льдом для дополнительного охлаждения. Общее время транспортировки составило 16 часов, из них время перелёта — 9 часов. После транспортировки креветок поместили в бассейн с искусственной морской водой с температурой 16 °С. Количество выживших особей подсчитано через сутки.

В мае выполнено два варианта эксперимента. В первом эксперименте провели имитацию транспортировки с сухим транспортировочным материалом. В ходе второго эксперимента выполнили транспортировку 60 особей креветки из Владивостока в Москву. Методика проведения экспериментов соответствовала экспериментам, выполненным осенью.

У молоди креветок измеряли промысловую длину от заднего края заглазничной впадины до конца тельсона с точностью до 0,1 мм. Для исследования морфологии и измерения длины у молоди использовали стереомикроскоп Nikon SMZ 18, взвешивание проводили на электронных весах Acculab ALC-210d4 с точностью до 0,001 мг. У взрослых особей креветок измеряли длину карапакса от заднего края заглазнич-

ной впадины до заднего края карапакса с точностью до 0,1 мм. Статистическая обработка данных выполнена в программе Statistica 6.0 (StatSoft Inc.). Для определения достоверности различий при сравнении скорости роста использовали t-критерий Стьюдента. Различия между выборками считали достоверными при значениях $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфологические изменения и скорость роста. В процессе эксперимента наблюдался устойчивый рост особей. Через 60 суток средняя длина молоди креветок увеличилась более чем в 3,5 раза с 10,0 до 37,5 мм (рис. 1 А), а масса возросла в 30 раз с 5 до 150 мг (рис. 1 Б).

Наиболее значительные морфологические отличия имели первые две стадии креветки.

Первая стадия. Глазные стебельки личинки укорочены, глаза лишены подвижности (рис. 2 А). Рострум короткий и лишён зубчиков. Экзоподиты трёх пар максиллипед мощные, несут щетинки и участвуют в движении особи. На первых двух парах переопод имеются недоразвитые экзоподиты, лишённые щетинок. Плеоподы лишены щетинок. Уроподы присутствуют в виде небольших зачатков. Вместе с тельсоном они входят в состав единой хвостовой лопасти, по краю которой расположены щетинки (рис. 2 Б). Количество жабр

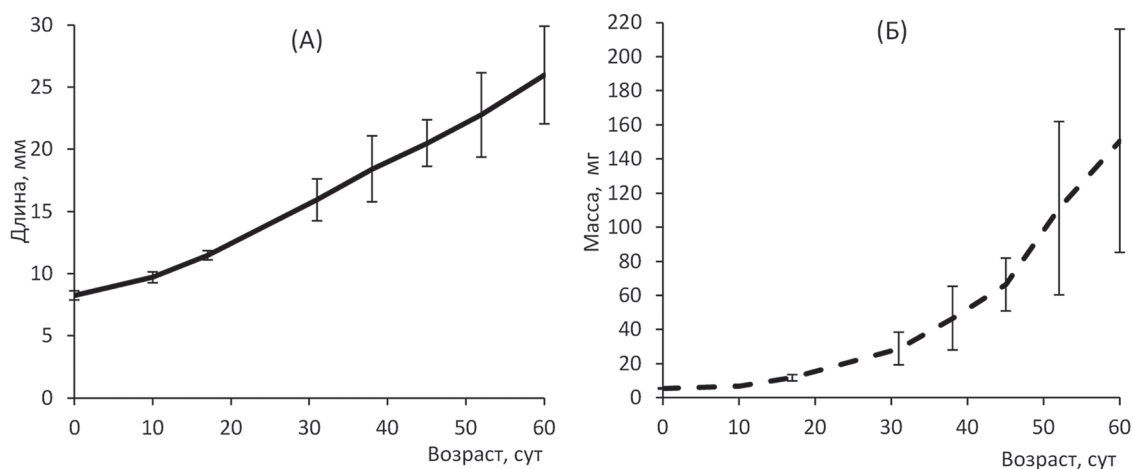


Рис. 1. Изменение длины (А) и массы (Б) особей *P. latirostris* в процессе выращивания в течение первых 60 суток. Вертикальные линии — стандартное отклонение

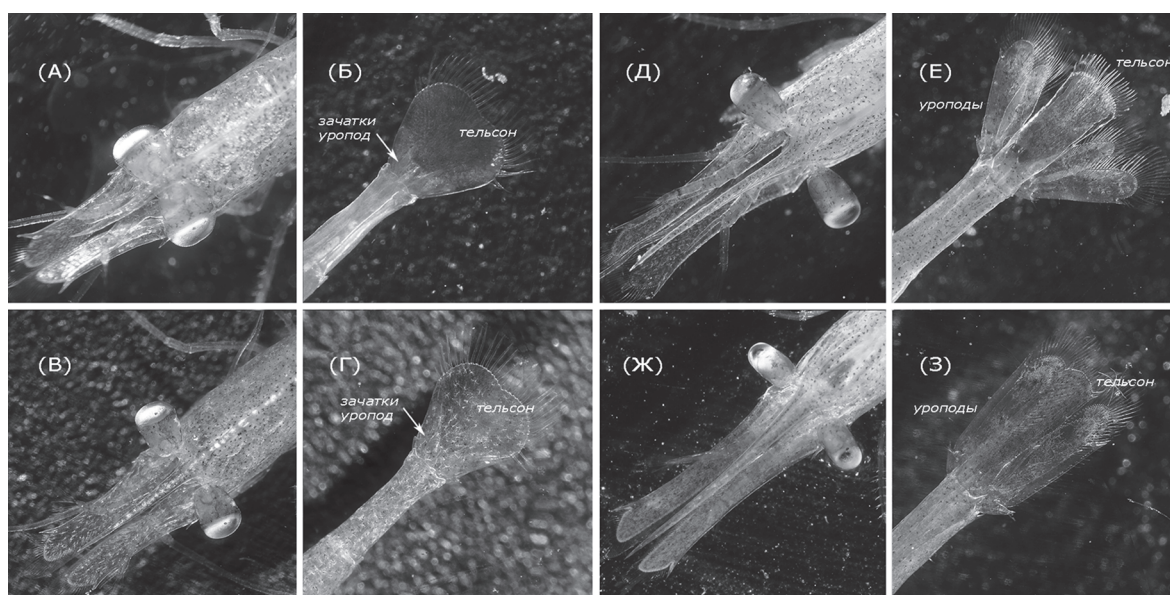


Рис. 2. Развитие креветки *P. latirostris*:

А, Б — стадия I; В, Г — стадия II; Д, Е — стадия III; Ж, З — стадия IV

и форма скафогнатида отличается от взрослых особей. На этой стадии креветки были малоподвижны и большую часть времени сидели на установленных в ёмкости субстратах.

Вторая стадия. Глазные стебельки удлиняются и обретают подвижность (рис. 2 В). Рострум становится длиннее, на нём появляются зубчики. Все экзоподиты максиллипед сохраняют щетиночное вооружение, а экзоподиты переопод укорачиваются. На плеоподах появляются щетинки. Свободные уropоды отсутствуют, но они уже хорошо видны внутри хвостовой лопасти (рис. 2 Г). Также происходит ряд других мелких изменений морфологии, делающих личинку больше похожей на взрослую особь.

Третья стадия. На этой стадии происходят наиболее значительные изменения. Экзоподит третьей пары максиллипед редуцируется (рис. 3). Щетинки на нём отсутствуют. Двухветвистые уropоды и тельсон формируют хвостовой веер (рис. 2 Е). Появляются зачатки артробранхий. Скафогнатид принимает характерную для взрослых особей форму, на его заднем конце появляются чистящие щетинки. План строения особи третьей стадии фактически соответствует взрослой креветке. Одна-

ко незначительные изменения внешнего вида и отдельных органов продолжают и в дальнейшем (рис. 2 Ж, З). В связи с этим авторы, изучавшие личиночное развитие *P. latirostris*, предлагали рассматривать в качестве личиночных первые четыре стадии, а молодь считать особь лишь с 5-й стадии [Kurata, 1955; Микулич, Ефимкин, 1983]. По нашему мнению, наиболее существенные перестройки морфологии особи завершаются с линькой на третью стадию. К этому моменту формируются основные структуры дыхательного аппарата, экзоподиты максиллипед III редуцируются; в качестве основных органов движения используются плеоподы и хвостовой веер, сформированный из уropод и тельсона. Происходящие в дальнейшем изменения носят плавный, поступательный характер и не оказывают существенного влияния на поведение особи. В первую очередь, они касаются развития жаберной системы, редукции неиспользуемых экзоподитов, формирования ряда шипов на поверхности карапакса и некоторых других изменений в морфологии. Развитие признаков, связанных с полом, происходит значительно позже. В связи с этим, по нашему мнению, личиночными следует считать первые две стадии, а уже с третьей стадии рассматривать особей в качестве молоди.

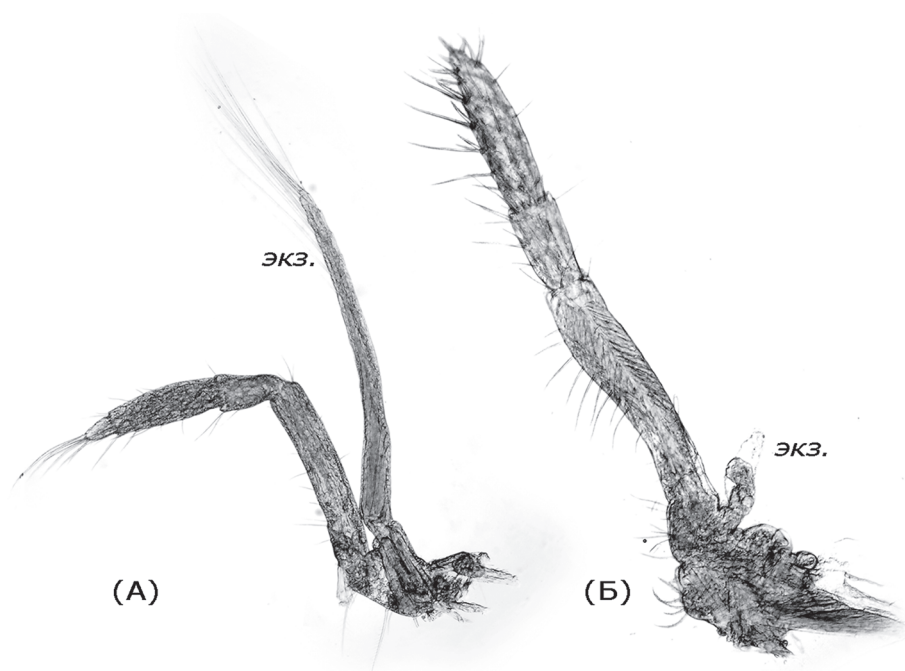


Рис. 3. Третий максиллипед креветки *P. latirostris*:
А — стадия I; Б — стадия III; экз. — экзоподит

Определение продолжительности межличиночных периодов. В ходе эксперимента особи прошли через 9 линек. Средняя продолжительность стадий развития оставалась на протяжении всех 70 суток эксперимента практически постоянной и составляла 6–7 суток (табл. 1). При этом, поскольку за этот период температура в ёмкостях постепенно возрастала, продолжительность стадий в градусоднях увеличивалась

(табл. 1). На протяжении практически всего эксперимента отмечалась высокая синхронность прохождения особями линек. Выживаемость в эксперименте составила 65% (рис. 4). Гибель особей, наблюдавшаяся в конце эксперимента, могла быть связана с повышением температуры (рис. 4) и вызванного этим снижением содержания кислорода в ёмкостях за счёт снижения его растворимости [Семерной, 2002].

Таблица 1. Средняя продолжительность стадий развития молоди креветки *P. latirostris* при содержании в индивидуальных ёмкостях

Стадия	Продолжительность, сут.	Продолжительность, градусодни
1	6,1	67
2	6,7	81
3	7,2	94
4	6,8	103
5	7,7	123
6	5,9	104
7	6,1	116
8	6,1	127
9	7,9	169

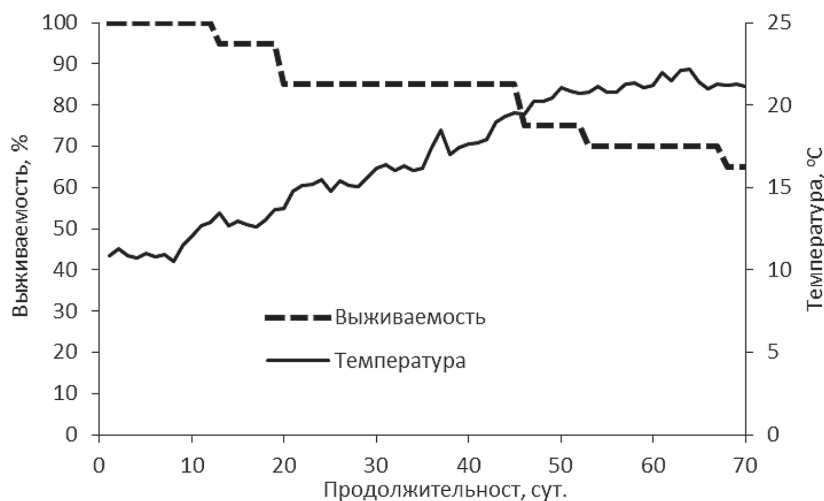


Рис. 4. Выживаемость молоди креветки *P. latirostris* и изменение температуры в индивидуальных ёмкостях

Выживаемость на первых стадиях личиночного периода. За время эксперимента особи перелиняли два раза и достигли третьей стадии. На этой стадии молодь креветки практически завершает метаморфоз и характеризуется более высокими показателями жизнестойкости. В ходе эксперимента выживаемость составила 76%. Личинки и молодь активно потребляли в качестве корма науплиев артемии. Масса тела креветок в среднем увеличилась в два раза. Сходные показатели выживаемости (85%) на первых трёх стадиях отмечали и у особей, сохранившихся индивидуально (рис. 4). Одной из причин гибели особей при содержании группой мог быть каннибализм. У некоторых особей имелись характерные повреждения тельсона, возникающие при нападении особей друг на друга. Высокая плотность посадки (более 20 особей на л) могла стать причиной возникновения каннибализма. Важным условием повышения выживаемости является полноценное питание и размещение субстратов в ёмкостях с молодь. В качестве субстрата мы использовали зостеру и пластиковые сетки. Личинки и молодь отдавали предпочтение зостере, заросли которой этот вид креветок заселяет в естественной среде [Мишарев, 1962].

Подбор оптимального типа корма. Молодь креветки активно потребляла как науплиев артемии, так и водоросли. При этом окраска особей зависела от типа рациона. При кормле-

нии науплиями артемии особи в начале эксперимента имели рыжевато-оранжевую окраску, а в конце — буро-зелёную. При кормлении водорослями окраска креветок была зелёная, зеленовато-бурая или даже изумрудная. При смешанном кормлении преобладала зеленовато-бурая окраска. При этом в вариантах, где в качестве корма использовали артемию, молодь активно линяла, о чём свидетельствовало большое количество линичных шкурок в ёмкости. В варианте кормления водорослями линичные шкурки отмечались редко. Самая высокая выживаемость (100%) отмечена при кормлении науплиями артемии, а длина и масса особей при этом были достоверно больше, чем при других вариантах диет (рис. 5). Минимальный рост особей отмечен при кормлении водорослями. И хотя длина и масса особей достоверно увеличились по сравнению с началом эксперимента, эти показатели были существенно ниже, чем при кормлении науплиями артемии (рис. 5). Особи, которым во второй части эксперимента часть артемии в рационе заменили водорослями, продемонстрировали достоверное снижение показателей роста ($p = 0,0088$) в сравнении с особями, которых продолжили кормить исключительно науплиями артемии. Высокие показатели смертности при кормлении растительной диетой были результатом каннибализма. Можно предположить, что его спровоцировало отсутствие в рационе животного компонента.

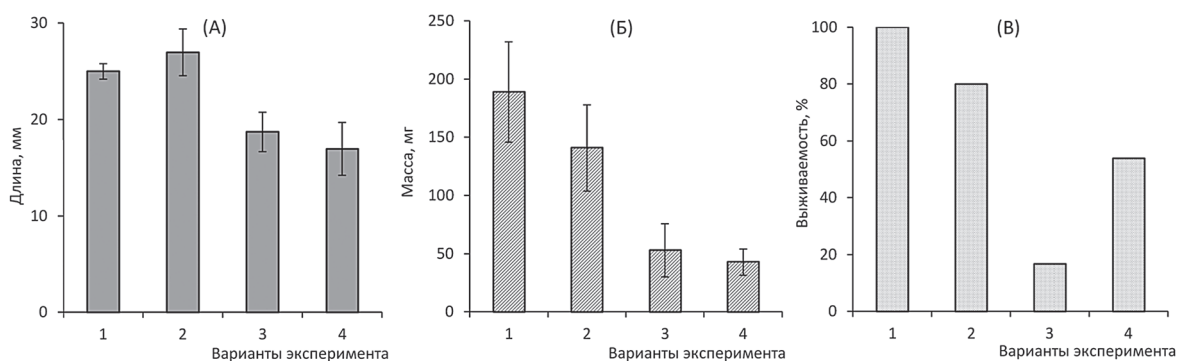


Рис. 5. Размерно-весовые показатели (А - длина; Б — масса) и выживаемость (В) молоди креветки *P. latirostris* при различных вариантах кормления:

1 — только науплии артемии; 2 — сначала науплии артемии, а затем смесь науплиев артемии и водорослей; 3 — сначала водоросли, а затем смесь науплиев артемии и водорослей; 4 — только водоросли. Вертикальные линии — стандартное отклонение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что растительная диета недостаточна для роста молоди креветок, а животный компонент является главной частью рациона. Возможно, растительные компоненты могут использоваться при кормлении в качестве дополнительных. Для осуществления их подбора и оценки эффекта от использования необходимо проведение дополнительных исследований.

Содержание взрослых особей в искусственных условиях. Выживаемость через 35 суток эксперимента в группе крупных особей составила 67%, а в группе мелких — 61%. Одной из возможных причин гибели особей мог быть каннибализм. В первой группе длина карапакса особей в среднем увеличилась с 18,6 до 21,4 мм, а вес — с 3,4 г до 4,9 г; во второй группе — с 30,5 до 33,4 мм и с 16,7 до 17,4 г соответственно. Креветки активно потребляли все виды предложенных кормов. Вместе с тем высокий уровень смертности при относительно небольшой плотности посадки особей свидетельствует о необходимости продолжения работ по поиску путей интенсификации длительного содержания взрослых особей.

Транспортировка товарных особей. В эксперименте, проводившемся в октябре при постоянной температуре, выживаемость креветок в контейнерах с сухим, впитывающим влагу упаковочным материалом составила: через 12 ч — 100%; через 24 ч — 86% и через 36 ч — 80%. В контейнерах с влаж-

ным материалом выживаемость была ниже: через 12 ч — 100%; через 24 ч — 66% и через 36 ч — 35%. Некоторые креветки, у которых наблюдали движения скафогастида, после помещения в воду оставались неподвижны и вскоре погибали. Среди креветок, которые сразу после помещения в воду начинали активно двигаться, в течение следующих суток случаев гибели не наблюдалось. То есть фактически определить количество выживших креветок можно в течение часа после их возвращения в воду.

Выживаемость креветок при транспортировке из Владивостока в Москву в октябре составила 80%. Это достаточно хорошо согласуется с результатами предыдущего эксперимента. Кроме того, причиной гибели части особей могло стать их переохлаждение. Большая часть погибших особей располагалась в нижней части контейнеров, где находился лёд. Таким образом, можно заключить, что перевозка воздушным транспортом прошла успешно и не сказалась существенно на выживаемости особей.

В экспериментах, выполненных в мае, выживаемость креветок была значительно ниже. В контейнерах с сухим, впитывающим влагу упаковочным материалом она составила: через 12 ч — 65%; через 24 ч — 25% и через 36 ч — 5%. Выживаемость креветок при транспортировке из Владивостока в Москву составила 16%.

Возможно, такой результат является следствием физиологического состояния креветок

в весенний период, когда происходит массовая линька особей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Травяной чилим обитает на мелководьях и заселяет преимущественно заросли zostеры [Виноградов, 1950]. Лёгкий доступ к ресурсу и использование ловушечного лова создают хорошие перспективы для вывода этого вида на рынок живой продукции. Проведённые нами эксперименты показали, что взрослые особи *P. latirostris* могут переносить длительную транспортировку без воды и транспортировку авиатранспортом на большие расстояния. Нами, так же как и другими авторами [Карпевич, Михайлов, 1964; Микулич и др., 1980; Микулич, Ефимкин, 1983], показана возможность длительного содержания взрослых особей креветки в искусственных условиях. Наиболее существенной проблемой при этом является каннибализм при высокой плотности посадки. Случаи каннибализма отмечены и при исследовании питания этого вида в естественной среде [Микулич, 1982], и при культивировании молоди в искусственных условиях [Волков и др., 1979]. Явление каннибализма — существенная проблема для аквакультуры большинства десятиногих ракообразных. Для сведения к минимуму его негативного влияния требуется проведение дополнительных исследований, включающих в себя изучение возможности структурирования пространства за счёт различных субстратов, а также поиск новых более полноценных типов кормов.

Положительные результаты работ по получению и подращиванию молоди, наличие возможности сокращения эмбрионального развития за счёт содержания при более высоких температурах в зимний период [Волков и др., 1979; Микулич, Ефимкин, 1983], достаточно высокие значения оптимальных температур для роста и развития молоди (выше 20 °С) — всё это делает потенциально возможным получение товарной продукции этого вида в искусственных условиях. Прибрежный образ жизни травяного чилима и его приуроченность к участкам дна с зарослями zostеры [Мишарев, 1962] могут являться хорошими предпосылками для создания технологий культивирования этого вида в пастбищной или садковой аквакультуре.

К сожалению, в последнее время в Приморье наметилась тенденция к сокращению численности *P. latirostris*. Так, на 2016 г., чтобы избежать подрыва популяции *P. latirostris*, для подзоны Приморье принято решение о целесообразности освоения данного объекта в рамках лицензионного лова. В отличие от большинства других видов рода, *Pandalus* травяной чилим имеет сокращённое личиночное развитие. Из яйца выходит крупная хорошо сформированная личинка. Личинки *P. latirostris* не покидают заросли zostеры, взрослые особи также чаще всего не совершают дальних миграций. Это может приводить к проблемам естественного восстановления локальных популяций вида. В этой связи разработка технологии получения жизнестойкой молоди является актуальной задачей. Получаемая молодь может также использоваться для садкового или пастбищного культивирования вида. Полученные ранее результаты [Микулич и др., 1980; Микулич, Ефимкин, 1983] и наши исследования показали хороший потенциал для проведения данных работ. Нами также было показано, что имевших место в ряде исследований случаев массовой гибели на первых личиночных стадиях [Kurata, 1955; Карпевич, Михайлов, 1964] можно избежать, используя в качестве корма науплиев артемии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования показали возможность получения молоди креветки *P. latirostris* в искусственных условиях с использованием в качестве корма науплиев *Artemia* sp. Отработан метод транспортировки креветок без воды, позволяющий осуществлять транспортировку креветок в живом виде на значительные расстояния. Подтверждены полученные ранее данные о возможности длительного содержания в искусственных условиях взрослых особей креветки *P. latirostris*. Всё это, в совокупности с имеющимися данными о биологии вида, позволяет рассматривать креветку травяного чилима *P. latirostris* в качестве перспективного объекта аквакультуры.

ЛИТЕРАТУРА

- Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Чертопруд Е.С. 2011. Речной рак. Биология, воспроизводство и культивирование. М.: Изд-во ВНИРО. 96 с.
- Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. 2013. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cerax quadricarinatus* (von Martens, 1868). М.: Изд-во ВНИРО. 48 с.
- Бегалов А.И., Бегалова Г.В. 2004. Некоторые особенности распределения и биологического состояния группировки травяного чилима *Pandalus kessleri* Czernjowski у островов Малой Курильской гряды // Труды СахНИРО. Т. 6. С. 255–264.
- Букин С.Д., Бегалова Г.В. 2011. Влияние промысла на некоторые биологические показатели травяной креветки *Pandalus latirostris* в зал. Измены (о. Кунашир) // Известия ТИНРО. Т. 165. С. 104–116.
- Буяновский А.И., Огурцов А.Ю., Полонский В.Е. 2007. К функциональной структуре Южно-Курильских поселений травяной креветки *Pandalus latirostris* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) // Труды ВНИРО. Т. 147. С. 204–225.
- Буяновский А.И., Войдаков Е.В. 2011. Возрастной состав поселений травяной креветки *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) у островов Малой Курильской гряды // Вопросы рыболовства. Т. 12. № 2 (46). С. 274–292.
- Виноградов Л.Г. 1950. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Известия ТИНРО. Т. 33. С. 179–358.
- Волков А.Ф., Говоруха А.Г., Ефимкин А.Я. 1979. Развитие ранних стадий и рост травяного шримса *Pandalus kessleri* в аквариальных условиях // Известия ТИНРО. Т. 103. С. 39–42.
- Волова Г.Н., Микулич Л.В. 1963. Материалы по биологии и распределению травяного шримса в заливе Петра Великого // Уч. зап. Дальневост. ун-та. Т. 6. С. 147–158.
- Ефимкин А.Я., Микулич Л.В. 1985. Особенности размножения травяной креветки *Pandalus kessleri* Czernjowski в заливе Петра Великого // Гидробиологический журнал. Т. 21. № 5. С. 19–23.
- Карпевич А.Ф., Михайлов Б.Н. 1964. Солевые и температурные требования тихоокеанской креветки (*Pandalus latirostris* Rathbun) // Труды ВНИРО. Т. 55. С. 185–191.
- Ковалева В.И. 1982. Репродуктивный цикл у травяного шримса из залива Петра Великого // Биология моря. № 5. С. 65–67.
- Ковалева В.И., Калинина Г.Г. 2014. Биология пола промысловой креветки *Pandalus latirostris* Бухты Северная (Славянский залив, Японское море) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 33. С. 73–77.
- Ковачева Н.П., 2008. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. М.: Изд-во ВНИРО. 239 с.
- Ковачева Н.П., Буяновский А.И., 2008. Аквакультура ракообразных // Наука в России, Российская Академия Наук. М. № 1. С. 17–22.
- Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. 2015. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876). М.: Изд-во ВНИРО. 112 с.
- Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б., Борисов Р.Р., Лебедев Р.О. 2005. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего онтогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. М.: Изд-во ВНИРО. 76 с.
- Лысенко В.Н. 1987. Экология и продукция травяной креветки в заливе Посыета Японского моря. // Биология моря. Т. 13. № 1. С. 21–27.
- Микулич Л.В. 1982. Суточный ритм питания травяной креветки *Pandalus kessleri* (Decapoda, Pandalidae) // Зоол. журн. Т. 111. № 6. С. 861–866.
- Микулич Л.В., Говоруха А.Г., Ефимкин А.Я. 1980. Размножение и выращивание личинок креветки *Pandalus kessleri* в аквариальных условиях // Тез. докл. науч. конф. «Проблемы рационального использования запасов креветок». Мурманск. С. 41–43.
- Микулич Л.В., Ефимкин А.Я. 1982. Распределение скоплений травяной креветки (*Pandalus kessleri* Czerniawski) в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. Т. 106. С. 54–61.
- Мишарев Ю.А. 1962. Опыт акклиматизации тихоокеанской креветки в Черном море // Рыбное хозяйство. № 2. С. 20–22.
- Семерной В.П. 2002. Санитарная гидробиология: Учеб. пособие по гидробиологии. 2-е изд., перераб. и доп. Ярославль: Изд-во Яросл. гос. ун-та. 147 с.
- Табунков В.Д. 1973. Особенности экологии, роста и репродукционного процесса креветки *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) у берегов юго-Западного Сахалина // Зоол. журн. Т. 52. Вып. 10. С. 1480–1490.
- ФАО. 2014. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Рим. 233 с.
- Kurata H. 1955. The post-embryonic development of the prawn, *Pandalus kessleri* // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. V. 12. P. 1–15.

REFERENCES

- Borisov R.R., Kovacheva N.P., Chertoprud E.S. 2011. Rechnoj rak. Biologiya, vosproizvodstvo i kul'tivirovanie [Biology, reproduction and cultivation of freshwater crayfish]. M.: Izd-vo VNIRO. 96 s.
- Borisov R.R., Kovacheva N.P., Akimova M.Yu., Parshin-Chudin A.V. 2013. Biologiya i kul'tivirovanie avstralijskogo krasnokleshnevoogo raka *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) [Biology and cultivation of australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868)]. M.: Izd-vo VNIRO. 48 s.
- Begalov A.I., Begalova G.V. 2004. Nekotorye osobennosti raspredeleniya i biologicheskogo sostoyaniya gruppirovki travyanogo chilima *Pandalus kessleri* Czernjajvski u ostrovov Maloj Kuril'skoj gryady [Some peculiarities of distribution and biological state for grass shrimp *Pandalus kessleri* Czernjajvski along the Small Kuril Ridge] // Trudy SakhNIRO. T. 6. S. 255–264.
- Bukin S.D., Begalova G.V. 2011. Vliyanie promysla na nekotorye biologicheskie pokazateli travyanoj krevetki *Pandalus latirostris* v zal. Izmeny (o. Kunashir) [Fishery impact on basic biological parameters of pandalid shrimp *Pandalus latirostris* in the Izmena Bay (Kunashir Island)] // Izvestiya TINRO. T. 165. S. 104–116.
- Buyanovskij A.I., Ogurtsov A.Yu., Polonskij V.E. 2007. K funktsional'noj strukture Yuzhno-Kuril'skikh poselenij travyanoj krevetki *Pandalus latirostris* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) [On population structure of grass shrimp *Pandalus latirostris* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) in the water adjacent to the South Kurile Islands] // Trudy VNIRO. T. 147. S. 204–225.
- Buyanovskij A.I., Vojdakov E.V. 2011. Vozrastnoj sostav poselenij travyanoj krevetki *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) u ostrovov Maloj Kuril'skoj gryady [Age-structure of the Habomai Island populations of grass shrimp *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae)] // Voprosy rybolovstva. T. 12. № 2 (46). S. 274–292.
- Vinogradov L.G. 1950. Opredelitel' krevetok, rakov i krabov Dal'nego Vostoka [A guide to identification of shrimp, crayfish and crabs of the Far East] // Izvestiya TINRO. T. 33. S. 179–358.
- Volkov A.F., Govorukha A.G., Efimkin A.Ya. 1979. Razvitie rannih stadij i rost travyanogo shrimsa *Pandalus kessleri* v akvarial'nyh usloviyah [The development of the early stages and growth of grass shrimp *Pandalus kessleri* in the aquarium] // Izvestiya TINRO. T. 103. S. 39–42.
- Volova G.N., Mikulich L.V. 1963. Materialy po biologii i raspredeleniyu travyanogo shrimsa v zalive Petra Velikogo [Materials on the biology and distribution of grass shrimp in the Gulf of Peter the Great] // Uch. zap. Dal'nevost. un-ta. T. 6. S. 147–158.
- Efimkin A.Ya., Mikulich L.V. 1985. Osobennosti razmnozheniya travyanoj krevetki *Pandalus kessleri* Czenjajvski v zalive Petra Velikogo [Features of breeding of grass shrimp *Pandalus kessleri* Czenjajvski in Peter the Great Bay] // Gidrobiologicheskij zhurnal. T. 21. № 5. S. 19–23.
- Karpevich A.F., Mikhajlov B.N. 1964. Solevye i temperaturnye trebovaniya tikhookeanskoj krevetki (*Pandalus latirostris* Rathbun) [Salinity and temperature requirement of the Pacific shrimp (*Pandalus latirostris* Rathbun)] // Trudy VNIRO. T. 55. S. 185–191.
- Kovaleva V.I. 1982. Reprodukivnyj tsikl u travyanogo shrimsa iz zaliva Petra Velikogo [The reproductive cycle of grass shrimp from the Gulf of Peter the Great] // Biologiya morya. № 5. S. 65–67.
- Kovaleva V.I., Kalinina G.G. 2014. Biologiya pola promyslovoj krevetki *Pandalus latirostris* Bukhty Severnaya (Slavyanskij zaliv, Yaponskoe more) [Reproductive biology of commercial shrimps *Pandalus latirostris* inhabiting the Severnaya Bay (the Slavyansky Creek, the Sea of Japan)] // Issledovaniya vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tikhogo okeana. Vyp. 33. S. 73–77.
- Kovacheva N.P. 2008. Akvakul'tura rakoobraznyh otryada Decapoda: kamchatskij krab *Paralithodes camtschaticus* i gigantskaya presnovodnaya krevetka *Macrobrachium rosenbergii*. [Aquaculture of crustacean of the order Decapoda: red king crab *Paralithodes camtschaticus* and giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*]. M.: Izd-vo VNIRO. 239 s.
- Kovacheva N.P., Buyanovskij A.I. 2008. Akvakul'tura rakoobraznyh [Crustaceans aquaculture] // Nauka v Rossii, Rossijskaya Akademiya Nauk, Moskva. № 1. S. 17–22.
- Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Borisov R.R., Kryakhova N.V., Lebedev R.O., Parshin-Chudin A.V. 2015. Biologiya i kul'tivirovanie gigantskoj presnovodnoj krevetki *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876). [Biology and cultivation of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876)]. M.: Izd-vo VNIRO. 112 s.
- Kovacheva N.P., Kalinin A.V., Epel'baum A.B., Borisov R.R., Lebedev R.O. 2005. Kul'tivirovanie kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Chast' 1. Osobennosti rannego ontogeneza. Bionormativy i rekomendatsii po iskusstvennomu vosproizvodstvu [Cultivation of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Part 1. Early ontogenesis. Biotechniques and

- recommendations for artificial reproduction]. М.: Izd-vo VNIRO. 76 s.
- Lysenko V.N. 1987. Ekologiya i produkciya travyanoy krevetki v zalive Pos'eta Yaponskogo morya [Ecology and production of the grass shrimp *Pandalus kessleri* in Passjet Bay the Sea of Japan] // *Biologiya morya*. Т. 13. № 1. S. 21–27.
- Mikulich L.V. 1982. Sutochnyj ritm pitaniya travyanoy krevetki *Pandalus kessleri* (Decapoda, Pandalidae) [Diurnal rhythm feeding of the grass shrimp *Pandalus kessleri* (Decapoda, Pandalidae)] // *Zool. zhurn*. Т. 111. № 6. С. 861–866.
- Mikulich L.V., Govorukha A.G., Efimkin A.Ya. 1980. Razmnozhenie i vyrashchivanie lichinok krevetki *Pandalus kessleri* v akvarial'nyh usloviyah [Propagation and cultivation of larval shrimp *Pandalus kessleri* in aquarium conditions] // *Tez. dokl. nauch. konf. "Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya zapasov krevetok"*. Murmansk. S. 41–43.
- Mikulich L.V., Efimkin A.Ya. 1982. Raspredelenie skoplenij travyanoy krevetki (*Pandalus kessleri* Czerniawski) v zalive Petra Velikogo [The distribution of grass shrimp (*Pandalus kessleri* Czerniawski) clusters in Peter the Great Bay] // *Izvestiya TINRO*. Т. 106. S. 54–61.
- Misharev Yu.A. 1962. Opyt akklimatizatsii tikhookeanskoj krevetki v Chernom more [Acclimatization experience of the Pacific shrimp in the Black Sea] // *Rybnoe khozaystvo*. № 2. S. 20–22.
- Semernoj V.P. 2002. Sanitarnaya gidrobiologiya: Ucheb. posobie po gidrobiologii. [Sanitary hydrobiology: Proc. benefit of hydrobiology]. 2-e izd., pererab. i dop. Yaroslavl': Izd-vo Yarosl. gos. un-ta. 147 s.
- Tabunkov V.D. 1973. Osobennosti ekologii, rosta i reprodukcionnogo protsessa krevetki *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) u beregov Yugo-Zapadnogo Sakhalina [Patterns of ecology, growth and reproduction in *Pandalus latirostris* (Decapoda, Pandalidae) of the South-Western Sakhalin] // *Zool. zhurn*. Т. 52. Выр. 10. S. 1480–1490.
- FAO. 2014. Sostoyanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury. [The state of world fisheries and aquaculture]. Rim. 233 s.

Поступила в редакцию 25.12.15 г.
Принята после рецензии 21.03.16 г.

Grassy shrimp *Pandalus latirostris* as a potential aquaculture object

R.R.Borisov¹, N.P.Kovacheva¹, I.N.Nikonova¹, D.S.Pechenkin¹, S.E.Luzgin²

¹Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO", Moscow)

²"Biont-K" Ltd. (Vladivostok)

Grassy shrimp *Pandalus latirostris* is characterized as a potential aquaculture object. Morphological and behavioral differences in the early stages are defined. The most significant restructuring of individual morphology is completed while molting to the third stage. By this moment, the basic structure of the respiratory system are developed, exopodites of maxillipede III are reduced; pleopods and caudal fan are used as the main locomotor organs. The ongoing further changes are gradual and incremental, and do not have a significant impact on the behavior of individuals. Researches have shown the possibility of obtaining *P. latirostris* juveniles in artificial conditions using nauplii *Artemia* sp. feed. Nonwater method of shrimp transportation was developed. This method allows long-distance transportation of live shrimp. We studied growth rates, duration of the stages and intermoult periods; feeds for larvae and juveniles have been chosen. Previously obtained data on the possibility of adult shrimp *P. latirostris* long-term keeping in artificial conditions are confirmed. All this, together with the available data on the biology of the species, allow considering grassy shrimp *P. latirostris* as a promising aquaculture object.

Key words: aquaculture, grassy shrimp *Pandalus latirostris*, ontogenesis, early stages, growth.