

УДК 639.512

DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-194-200

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ РОСТА ГИГАНТСКОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*) В ПОСТЛИЧИНОЧНОЙ СТАДИИ

Романова Елена Михайловна, доктор биологических наук, профессор кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

Шадыева Людмила Алексеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

Любомирова Васелина Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

Тураева Елена Евгеньевна, аспирантка кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, Ульяновск, Россия

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8(8422) 55-95-38, e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*), рост, развитие.

В последние десятилетия во всем мире заметно возрос интерес к вопросу разведения гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*, которые достигают товарного веса за четыре месяца. Репродуктивный потенциал самок креветок этого вида находится в прямой зависимости от массы тела, поэтому целью нашего исследования являлся анализ динамики роста гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) в постличиночной стадии. Объектом исследования послужили три группы креветок – две опытные и одна контрольная. При проведении исследований использовались зоологические, морфометрические методы и методы вариационной статистики. Методом случайной выборки было сформировано две экспериментальных группы из быстрорастущих и медленнорастущих постличинок, которые при одинаковых условиях содержания и кормления демонстрировали разную скорость роста. Креветки, обладавшие высокой скоростью роста на стадии личинки, медленнее набирали вес в постличиночной стадии (первая опытная группа). Креветки, медленно растущие на стадии личинки, быстрее набирали массу в постличиночной стадии (вторая группа). За три месяца исследований масса креветок в первой опытной группе возросла в 4,5 раза, а зоологическая длина в 1,3 раза. Во второй опытной группе масса креветок увеличилась в 4,9 раза, зоологическая длина тела также возросла в 1,3 раза. Особи с одинаковой длиной различались по массе тела. В результате проведенных исследований мы пришли к выводу, что причиной неравномерного роста исследуемых гидробионтов являлась конкуренция.

Исследования выполнялись при поддержке Программы развития Ульяновского государственного университета Приоритет - 2030.

Введение

Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) относится к роду *Macrobrachium*, семейству *Palaemonidae*. В естественных условиях она является обитателем как пресных, так и соленых водоемов. Данный вид выращивают в аквакультуре в странах Юго-Восточной Азии, разводят в зонах Индийского и Тихого океанов [1].

В последние годы возрос интерес к этому

виду гидробионтов как ценному объекту аквакультуры [1]. Креветки этого вида обладают высокой скоростью роста и высоким репродуктивным потенциалом. За четыре месяца креветки *Macrobrachium rosenbergii* достигают товарного веса [2]. При оптимальных условиях культивирования креветка достигает массы: 50 г за 5 месяцев выращивания, 100 г – за 9 месяцев, 150 г – за год. Этому виду креветок присущ половой диморфизм в отношении размеров. Самцы боль-

ше самок по длине и массе тела. Репродуктивный потенциал самок гидробионтов этого вида находится в прямой зависимости от массы. По мере увеличения массы тела самки количество отложенных яиц может увеличиваться в 7,5 раз [3, 4, 5].

Личиночная стадия креветки включает 11 линек, по времени это в среднем 30 суток. На начальной стадии длина личинок составляет около 2 мм, в конце метаморфоза они вырастают до 7,75 – 9,25 мм. Ювенильные креветки длиной 4-6 см при температуре воды 27-28°C линяют через 6-11 дней, длиной 7-9 см - через 13-15 дней. Молодые креветки линяют гораздо чаще, раз в два-три дня. Но по мере взросления их рост замедляется. Промежутки между линьками варьируют в зависимости от возраста особи, питания, температуры, жесткости воды и т.д. [6, 7, 8] Асинхронность линек приводит к значительным различиям в индивидуальных показателях роста. По внешнему строению и образу жизни постличинки схожи со взрослыми особями. Отличие постличинок от личинок состоит в том, что они плавают за счет движения плеопод вперед рострумом, спинная часть тела находится сверху. Они совершают быстрые перемещения, при этом резко сокращая мускулатуру брюшка [9, 10, 11].

Интерес к этому виду гидробионтов как перспективному объекту аквакультуры объясняется тем, что креветка *Macrobrachium rosenbergii* обладает высокими вкусовыми качествами, что позволяет отнести ее к категории деликатесных и пользующихся высоким спросом продуктом. Также этот вид обладает значительной диетической ценностью, его мясо содержит около 35% легкоусвояемого белка [12].

По литературным данным, традиционная биотехнология выращивания креветок *Macrobrachium rosenbergii* в условиях УЗВ не требует применения гормонов роста, антибиотиков и красителей [13].

В России товарную креветку *Macrobrachium rosenbergii* не производят. До пандемии в России существовало 2 завода по выращиванию креветок. Посадочный материал в виде личинок креветки закупался за рубежом. Прервавшиеся на длительный период авиаперевозки привели к закрытию заводов. После пандемии в Ленинградской области вновь пытались возродить выращивание креветок, но с началом СВО ситуация с авиаперевозками вновь усложнилась. Разведением креветок по полному циклу в промышленных масштабах в России

никогда не занимались. Подобных технологий в России нет.

Явно не случайно производство креветок по замкнутому циклу за границей также не практикуют. Обусловлено это тем, что воспроизводство и выращивание товарной креветки - это технологически разные процессы, с различными условиями производства и специфическим оборудованием [14, 15]. Однако в условиях западных санкций и международной изоляции возникла необходимость создания таких производств в России.

Цель работы: исследовать динамику роста гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) в постличиночной стадии.

Материалы и методы исследований

Наше исследование было ориентировано на анализ динамики роста постличиночной стадии креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях аквакультуры. Исследования проводились на базе лаборатории экспериментальной биологии и аквакультуры кафедры биологии, экологии, паразитологии, водных биоресурсов и аквакультуры Ульяновского ГАУ.

При проведении исследований использовались морфометрические методы, зоологические методы, методы биологии индивидуально-го развития, методы вариационной статистики.

Нами было сформировано две опытные группы постличинок креветки *Macrobrachium rosenbergii* в количестве 20 особей каждая. Первую опытную группу составили постличинки, обладающие более высокой скоростью роста на стадии личинки (быстрорастущие). Вторую группу - постличинки с низкой скоростью роста на стадии личинки (медленнорастущие). Также была сформирована контрольная группа, состоящая из 20 постличинок исходной популяции, не разделенных по весу и зоологической длине.

Гидробионты трех групп содержались в аквариумах на 250 литров. Аэрация и терморегуляция осуществлялись круглосуточно. Температура воды поддерживалась в промежутке 27-29°C, рацион и кратность кормления всех групп постличинок также были одинаковыми. Были установлены укрытия в виде огуречной сетки, пластиковых труб и декоративного коряжника. Это вызвано тем, что большое количество укрытий способствует снижению каннибализма и повышению сохранности особей во время линьки [16, 17].

Взвешивание постличинок проводили на высокоточных электронных весах Rexant ВН-

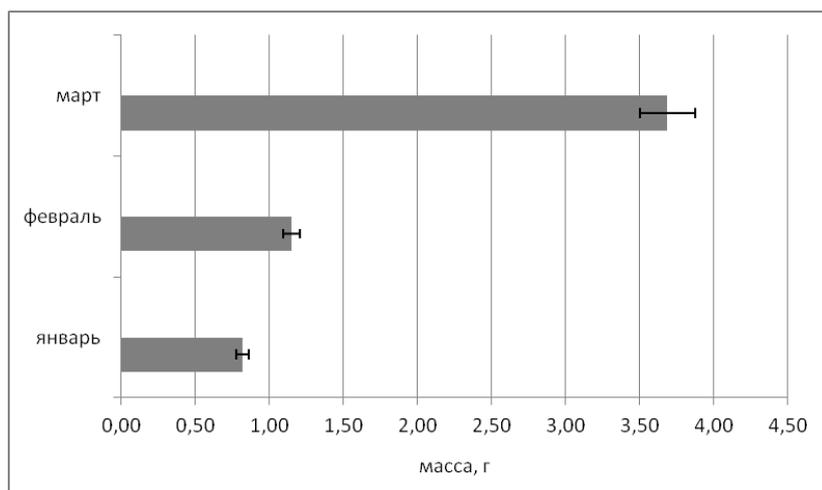


Рис. 1- Динамика массы креветки первой опытной группы

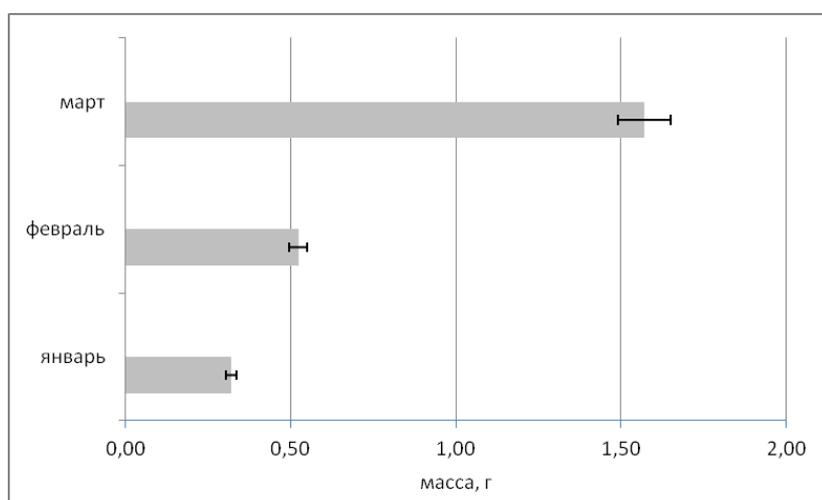


Рис. 2- Динамика массы креветки второй опытной группы

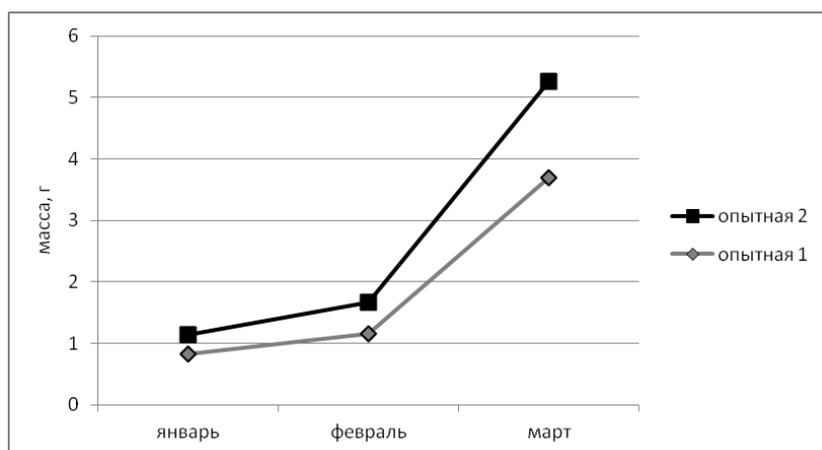


Рис.3- Скорость роста опытных групп

Результаты исследований

В результате проведенных исследований нами были получены следующие результаты.

Оценка динамики роста постличиночных стадий креветки *Macrobrachium rosenbergii* проводилась в течение трех месяцев - с января по март 2023 г.

Динамику роста оценивали путем сравнения ежемесячных результатов взвешиваний массы и замеров общей зоологической длины особей каждой из групп в течение трех месяцев исследования.

Нами было выявлено, что во всех группах отмечался достоверный рост и увеличение массы гидробионтов.

В первой опытной группе (быстрорастущие) масса креветок на начало опыта составляла в среднем $0,82 \pm 0,05$ г. По истечении второго месяца наблюдений масса креветок в этой группе увеличилась до $1,15 \pm 0,08$ г. В конце третьего месяца исследований средняя масса креветок в первой опытной группе составила $3,69 \pm 0,23$ г. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований масса креветок в первой опытной группе увеличилась в 4,5 раза (рис. 1).

Аналогичная динамика характерна для гидробионтов второй опытной группы.

Масса креветок во второй опытной группе на начало опыта составляла в среднем $0,32 \pm 0,03$ г. По истечении второго месяца наблюдений масса креветок увеличилась до $0,52 \pm 0,03$ г. В конце третьего месяца исследований средняя масса креветок второй опытной группы составила $1,57 \pm 0,16$ г. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований масса креветок во второй опытной группе увеличилась в 4,9 раза (рис. 2).

Не смотря на то, что вторую опытную группу на момент начала опыта составляли гидробионты с более низкой массой тела, скорость их роста была выше, чем у креветок первой опытной группы (рис. 3).

WP300, измерение длины – линейкой. Полученные данные статистически обработали на персональном компьютере в программе «Microsoft Excel – 2007».

В контрольной группе на начало опыта масса креветок составляла в среднем $0,67 \pm 0,08$ г. По истечении второго месяца наблюдений масса креветок увеличилась до $0,89 \pm 0,10$ г. В конце третьего месяца исследований средняя масса креветок контрольной группы составила $1,30 \pm 0,14$ г. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований масса креветок в контрольной группе увеличилась в 1,9 раза (рис. 4).

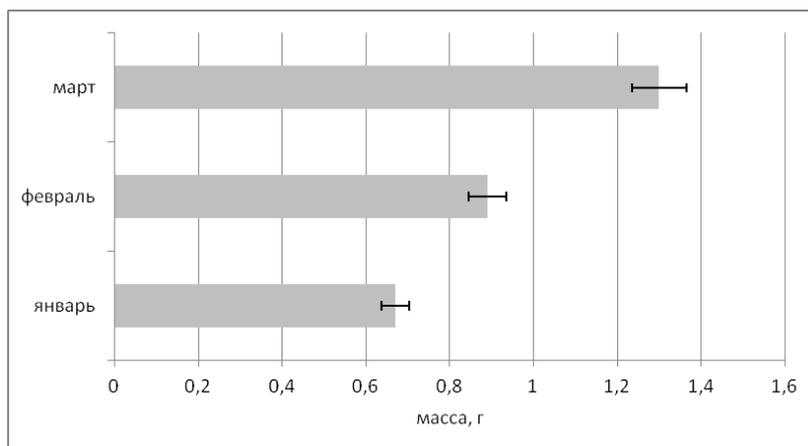


Рис.4 - Динамика массы креветок контрольной группы

Общая зоологическая длина от конца рostrума до конца тельсо-на в первой опытной группе на начало опыта составляла $4,37 \pm 0,09$ см. В конце второго месяца наблюдений она увеличилась до $4,79 \pm 0,10$ см. По истечению третьего месяца исследований показатели составляли $5,72 \pm 0,25$ см. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований общая длина креветок в первой опытной группе увеличилась в 1,3 раза (рис.5).

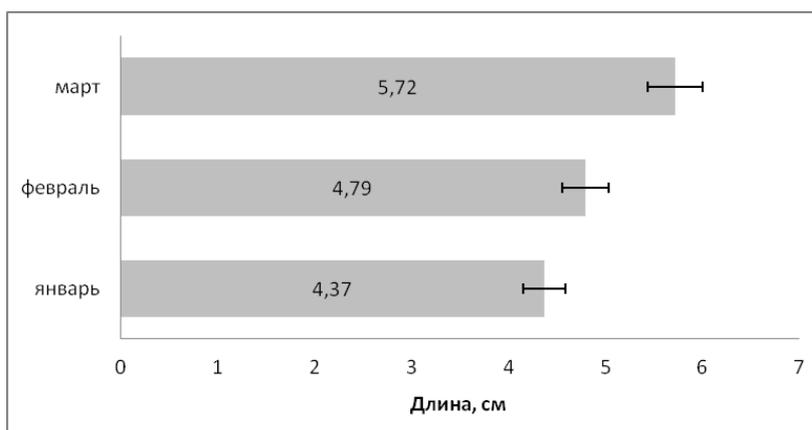


Рис.5 - Динамика изменения длины первой опытной группы

Общая зоологическая длина от конца рostrума до конца тельсо-на во второй опытной группе на начало опыта составляла $3,13 \pm 0,09$ см. В конце второго месяца наблюдений она увеличилась до $3,63 \pm 0,10$ см. По истечении третьего месяца исследований показатели составляли $4,08 \pm 0,07$ см. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований общая длина креветок во второй опытной группе увеличилась в 1,3 раза (рис.6).

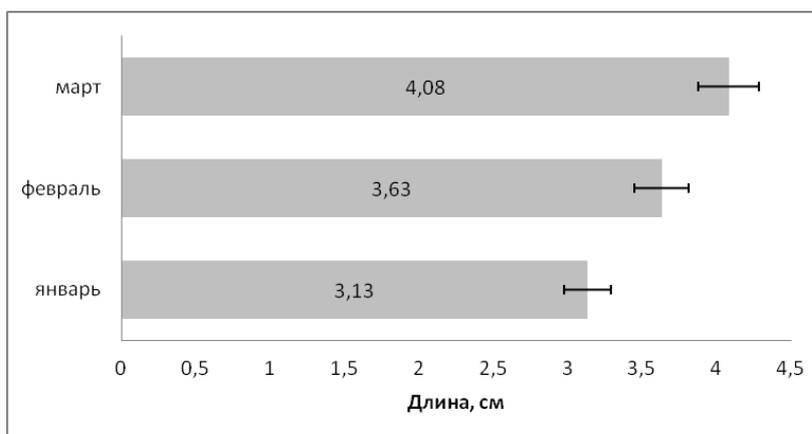


Рис.6 - Динамика изменения длины второй опытной группы

Общая зоологическая длина от конца рostrума до конца тельсо-на в контрольной группе на начало опыта составляла $3,40 \pm 0,15$ см. В конце второго месяца наблюдений она увеличилась до $3,83 \pm 0,15$ см. По истечении третьего месяца исследований показатели составляли $4,30 \pm 0,15$ см. Таким образом, с момента начала опыта и до конца исследований общая длина креветок в контрольной группе увеличилась в 1,2 раза (рис.7).

Обсуждение

Гигантская пресноводная креветка отличается высокими темпами роста, в связи с чем представляет весьма перспективный объект

аквакультуры [1-4]. Именно эта особенность определяет тот факт, что рынок сбыта креветок *Macrobrachium rosenbergii* постоянно растет [8-9, 11, 14, 18]. Выращивание и воспроизводство этого вида гидробионтов определяется сложным циклом следующих друг за другом линек, которые сопровождаются каннибализмом и высокой летальностью [3-5, 7, 9,10]. Репродуктив-

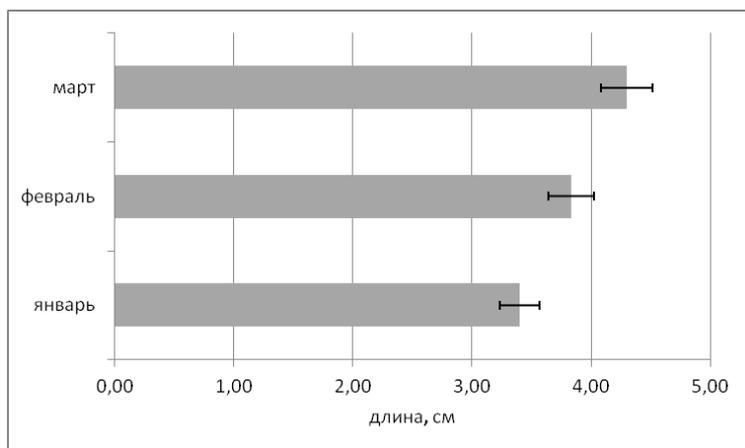


Рис.7- Динамика изменения длины контрольной группы

ный потенциал самок гигантской пресноводной креветки находится в прямой зависимости от массы тела [3-5,10]. Крупные креветки характеризуются более высоким репродуктивным потенциалом [10,11].

Перед исследователями стоит задача получить крупную товарную креветку и высокоплодовитую креветку для воспроизводства стада. Поэтому исследование динамики набора массы и скорости увеличения длины у креветки *Macrobrachium rosenbergii* имеет важное практическое значение при разработке биотехнологии их искусственного разведения [3-5].

На основании ряда исследований было выявлено, что при одинаковых условиях содержания и кормления популяции рост и набор массы у постличиночек гигантской пресноводной креветки характеризуется асинхронностью [9, 10, 14-17]. Асинхронность роста порождает множество проблем при искусственном разведении, это выражается в асинхронности линек и каннибализме [3, 5, 9,10].

Как нами было показано, креветки, обладавшие высокой скоростью роста на стадии личинки, медленнее набирали вес в постличиночной стадии. Креветки с низкой скоростью роста на стадии личинки, демонстрировали более высокую скорость роста на постличиночной стадии. Выявленная нами динамика согласуется с результатами исследований других авторов [9-11, 14, 16].

Асинхронность развития в искусственных условиях приводила к тому, что ежемесячно в популяции появлялись новые быстрорастущие и медленнорастущие особи с несинхронизированной линькой. Во избежание каннибализма проблема решалась сортировкой, аналогично эту проблему пытались решать и другие исследователи [14 - 17].

Наш опыт показал, что ежемесячная сорти-

ровка креветок и разделение их на несколько групп по размерам позволяет синхронизировать их развитие, набор биомассы, снизить пищевую конкуренцию, уровень стресса и каннибализма.

Периодические сортировки можно с полным основанием рассматривать как обязательный элемент технологии выращивания креветок в искусственной среде. Хотя опыт выращивания креветок *Macrobrachium rosenbergii* в России не столь велик, но к такому же выводу приходят и остальные исследователи [4, 9 - 11, 14 - 17].

Заключение

Культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в индустриальной аквакультуре по замкнутому циклу характеризуется рядом технологических особенностей в силу специфики их онтогенеза со множеством выростных линек [14 - 17, 18 - 20].

В ходе проведенных исследований нами было установлено, что креветки, обладавшие высокой скоростью роста на стадии личинки, медленнее набирали вес в постличиночной стадии (первая опытная группа). Креветки, медленно растущие на стадии личинки, быстрее набирали массу в постличиночной стадии (вторая опытная группа). За три месяца наблюдений масса креветок в первой опытной группе возросла в 4,5 раза, а зоологическая длина в 1,3 раза. Во второй опытной группе масса креветок увеличилась в 4,9 раза, зоологическая длина тела также в 1,3 раза. Особи с одинаковой длиной зачастую различались по массе тела.

Наши исследования показали, что для постличинок характерна конкуренция, что является одной из причин их неравномерного роста. Среди постличинок часто возникали вспышки агрессии во время кормления при высоких плотностях посадки, а также проявления каннибализма на этапе линьки. Особи поменьше затаивались в укрытиях и практически не покидали их. Они явно испытывали стресс, меньше потребляли корма и еще больше замедлялись в росте. В связи с этим необходимо было проведение регулярных сортировок креветок по их размерам.

Формирование на стадии постличинки выростных групп, состоявших из выровненных по размеру особей, позволяло снизить уровень стресса, увеличить темп роста и снизить уровень каннибализма.

Библиографический список

1. Жигин, А. В. Гигантская пресноводная креветка - новый объект аквакультуры России / А. В. Жигин, Р. О. Лебедев // Рыбное хозяйство. - 2001. - № 4. - С. 5-8.
2. Борисов, Р. Р. Формирование окраски и товарный вид гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / Р. Р. Борисов, Д. С. Печёнкин, Н. П. Ковачева // Рыбное хозяйство. - 2016. - № 3. - С. 60-66.
3. Статкевич, С. В. Некоторые проблемы биотехнологии выращивания личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) / С. В. Статкевич // Известия ТИПРО. - 2015. - Т. 183. - С. 252-258.
4. Статкевич, С. В. Плодовитость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) в условиях аквакультуры / С. В. Статкевич // Известия ТИПРО. - 2015. - Т. 182. - С. 242-248.
5. Мельник, И. В. Репродуктивные возможности гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / И. В. Мельник, Е. Г. Васильева // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. - 2010. - № 3. - С. 53-57.
6. Статкевич, С. В. Микробиологическая характеристика среды выращивания молоди гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях аквакультуры / С. В. Статкевич // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2014. - № 4. - С. 60-65.
7. Статкевич, С. В. Влияние бактериального загрязнения среды выращивания на развитие и выживаемость личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) / С. В. Статкевич // Морской экологический журнал. - 2014. - Т. 13, № 4. - С. 57-63.
8. Мельник, И. В. Использование абиотических факторов для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок / И. В. Мельник, Е. Г. Васильева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 1 (49). - С. 222-227.
9. Кряхова, Н. В. Рост и величина промежутков между линьками у молоди гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / Н. В. Кряхова, Р. Р. Борисов // Вестник Государственной полярной академии. - 2014. - № 1(18). - С. 52-53.
10. Статкевич, С. В. Опыт и проблемы искусственного воспроизводства гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях Крыма / С. В. Статкевич // Водные биоресурсы и среда обитания. - 2018. - Т. 1, № 1. - С. 76-85.
11. К вопросу культивирования гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) / Д. В. Шумейко, Е. А. Ключко, Ю. Д. Назина, С. Н. Манафова, Т. Г. Орлова // Генетика и разведение животных. - 2021. - № 2. - С. 57-65.
12. Chemical and thermal properties of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) meat / С. Sriket, S. Benjakul, W. Visessanguan, H. Kishimura, K. Hara, A. Yoshida // Journal of Aquatic Food Product Technology. - 2013. - Т. 22, № 2. - P. 137-145.
13. Effects of salinity on the energy metabolism and locomotive ability of *Macrobrachium rosenbergii* / L. Jiangtao, Q. Xiaolong, Q. Xiaotong, F. Junchao, H. Feifei, L. Rishen, L. Qingqing, L. Li, L. Xiaojing // Journal of Fishery Sciences of China. - 2021. - Т. 28, № 10. - P. 1291-1302.
14. Овсянникова, Е. В. Виды морфологических нарушений у личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* при неблагоприятных условиях содержания / Е. В. Овсянникова // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2005. - № 3 (26). - С. 206-210.
15. Борисов, Р. Р. Влияние лецитотрофного питания на рост и развитие личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* / Р. Р. Борисов, Н. В. Кряхова // Онтогенез. - 2011. - Т. 42, № 3. - С. 178-182.
16. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1876) / Н. П. Ковачева, А. В. Жигин, Р. Р. Борисов, Н. В. Кряхова, Р. О. Лебедев, А. В. Паршин-Чудин. - Москва : ВНИРО, 2015. - 111 с. - ISBN 978-5-85382-440-9.
17. Single-nucleotide polymorphisms linked to body weight revealed in growth selected *Macrobrachium rosenbergii* / С. Haldar, A. Pavan-Kumar, P. Gireesh-Babu, A. Chaudhari, S. P. Das, B. R. Pillai, P. Das // Aquaculture International. - 2019. - Т. 27, № 2. - P. 497-508.
18. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and cellulase activity of the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / P. H. Fair, A. R. Fortner, M. R. Millikin, L. V. Sick // Journal of the World Aquaculture Society. - 1980. - Т. 11, № 1-4. - P. 369-381.
19. Rao, K. J. Lipid peroxidation and antioxidant defence status during larval development and

metamorphosis of giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* / J. Dandapat, G. B. N. Chainy, K. J. Rao // Comparative Biochemistry and Physiology. Part C: Toxicology & Pharmacology. - 2003. - T. 135, № 3. - P. 221-233.

20. Effects of salinity on the energy metabolism and locomotive ability of *Macrobrachium rosenbergii* / L. Jiangtao, Q. Xiaolong, Q. Xiaotong, F. Junchao, H. Feifei, L. Rishen, L. Qingqing, L. Li, L. Xiaojing // Journal of Fishery Sciences of China. - 2021. - T. 28, № 10. - P. 1291-1302.

EVALUATION OF THE GROWTH DYNAMICS OF THE GIANT RIVER PRAWN (*MACROBRACHIUM ROSENBERGII*) AT POSTLARVAL STAGE

Romanova E. M., Shadyeva L. A., Lyubomirova V. N., Turaeva E. E.
Ulyanovsk State Agrarian University, Ulyanovsk, Russia

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, phone: 8(8422) 55-95-38, e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Key words: aquaculture, giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), growth, development.

In recent decades, there has been a marked worldwide interest increase in the issue of breeding of giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii*, which reach a market weight within four months. The reproductive potential of female shrimp of this species is directly dependent on body weight, so the purpose of our study was to analyze the growth dynamics of the giant river prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in the postlarval stage. The object of the study was three groups of prawns - two experimental and one control. During the research, zoological, morphometric methods and methods of variation statistics were used. By random sampling, two experimental groups were formed from fast-growing and slow-growing postlarvae, which showed different growth rates under the same keeping and feeding conditions. The prawns which had a high growth rate at the larval stage gained weight more slowly in the post-larval stage (the first experimental group). The slowly growing prawns at the larval stage gained weight faster in the post-larval stage (second group). The weight of the prawns in the first experimental group increased by 4.5 times, and the zoological length by 1.3 times within three months of the research. The weight of prawns increased by 4.9 times, the zoological length increased by 1.3 times in the second experimental group. Individuals with the same length differed in body weight. As a result of the research, it was concluded that the reason for uneven growth of the studied aquatic organisms was competition.

Bibliography:

1. Zhigin, A.V. Giant river prawns - a new object of aquaculture in Russia / A.V. Zhigin, R.O. Lebedev // Fisheries. - 2001. - № 4. - P. 5-8.
2. Borisov, R.R. Color formation and appearance of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* / R.R. Borisov, D.S. Pechenkin, N.P. Kovacheva // Fisheries. - 2016. - № 3. - P. 60-66.
3. Statkevich, S.V. Some problems of biotechnology of larvae rearing of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) / S.V. Statkevich // Izvestiya of TINRO. - 2015. - V. 183. - P. 252-258.
4. Statkevich, S.V. Fertility of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) in aquaculture / S.V. Statkevich // Izvestiya of TINRO. - 2015. - V. 182. - P. 242-248.
5. Melnik, I.V. Reproductive abilities of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* / I.V. Melnik, E.G. Vasilyeva - Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. - 2010. - № 3. - P. 53-57.
6. Statkevich, S.V. Microbiological characteristics of the growing medium of juveniles of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in aquaculture / S.V. Statkevich // Vestnik of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. - 2014. - № 4. - P. 60-65.
7. Statkevich, S.V. Influence of bacterial contamination of the growing medium on development and survival of larvae of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) / S.V. Statkevich // Marine Ecological Journal. - 2014. - V. 13. № 4. - P. 57-63.
8. Melnik, I.V. Usage of abiotic factors for improvement of the technology of river prawn rearing / I.V. Melnik, E.G. Vasilieva // Izvestiya of Nizhnevolsky agro-university complex: Science and higher professional education. - 2018. - № 1 (49). - P. 222-227.
9. Kryakhova, N.V. Growth and size of intervals between molts of giant river prawn juveniles *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / N.V. Kryakhova, R.R. Borisov // Vestnik of the State Polar Academy. - 2014. - № 1 (18). - P. 52-53.
10. Statkevich, S.V. Experience and problems of artificial reproduction of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in the Crimean conditions / S.V. Statkevich // Water bioresources and habitat. - 2018. - V. 1. № 1. - P. 76-85.
11. On the issue of cultivation of the giant river prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) / Shumeiko D.V., Klochko E.A., Nazina Yu.D., Manafova S.N., Orlova T.G. // Genetics and animal breeding. - 2021. - № 2. - P. 57-65.
12. Chemical and thermal properties of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) meat / C. Sriket, S. Benjakul, W. Visessanguan, H. Kishimura, K. Hara, A. Yoshida // Journal of Aquatic Food Product Technology. - 2013. - V. 22. № 2. - P. 137-145.
13. Effects of salinity on the energy metabolism and locomotive ability of *Macrobrachium rosenbergii* / Jiangtao L., Xiaolong Q., Xiaotong Q., Junchao F., Feifei H., Rishen L., Qingqing L., Li L., Xiaojing L. // Journal of Fishery Sciences of China. - 2021. - V. 28. № 10. - P. 1291-1302.
14. Ovsyannikova, E.V. Types of morphological disorders of larvae of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* under adverse keeping conditions / E.V. Ovsyannikova // Vestnik of the Astrakhan State Technical University. - 2005. - № 3 (26). - P. 206-210.
15. Borisov, R.R. Influence of lecithotrophic nutrition on growth and development of larvae of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* / R.R. Borisov, N.V. Kryakhova // Ontogenesis. - 2011. - V. 42. № 3. P. - 178-182.
16. Biology and cultivation of the giant river prawns *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1876) / Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Borisov R.R., Kryakhova N.V., Lebedev R.O., Parshin-Chudin A.V. Moscow, 2015.
17. Single-nucleotide polymorphisms linked to body weight revealed in growth selected *Macrobrachium rosenbergii* / C. Haldar, A. Pavan-Kumar, P. Gireesh-Babu, A. Chaudhari, S.P. Das, B.R. Pillai, P. Das // Aquaculture International. - 2019. - V. 27. № 2. - S. 497-508.
18. Effects of dietary fiber on growth, assimilation and cellulase activity of the prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / P.H. Fair, A.R. Fortner, M.R. Millikin, L.V. Sick // Journal of the World Aquaculture Society. - 1980. - T. 11. № 1-4. - S. 369-381.
19. Rao K.J. Lipid peroxidation and antioxidant defense status during larval development and metamorphosis of giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* / J. Dandapat, G.B.N. Chainy, K.J. Rao // Comparative Biochemistry and Physiology. Part C: Toxicology & Pharmacology. - 2003. - T. 135. № 3. - S. 221-233.
20. Effects of salinity on the energy metabolism and locomotive ability of *Macrobrachium rosenbergii* / Jiangtao L., Xiaolong Q., Xiaotong Q., Junchao F., Feifei H., Rishen L., Qingqing L., Li L., Xiaojing L. // Journal of Fishery Sciences of China. - 2021. - T. 28. № 10. - S. 1291-1302.