

ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК РАЗНОГО СОСТАВА НА СКОРОСТЬ РОСТА И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ПОСТЛИЧИНКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* В АКВАКУЛЬТУРЕ

Шленкина Татьяна Матвеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

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

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика»

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

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8(8422) 55-95-38

e-mail: shlenkina@yandex.ru

Ключевые слова: креветка *Macrobrachium rosenbergii*, постличинка, полифаги, марикультура, артемии, витаминно-аминокислотный комплексосв.

Работа посвящена совершенствованию биотехнологии выращивания гигантской пресноводной креветки Розенберга в аквакультуре. Основное внимание в статье было уделено пищевому фактору, а поскольку экосистема искусственная – фактору кормления. В качестве основных кормов использовались стандартные корма для осетровых с содержанием белка не менее 40%. В качестве кормовых добавок в первой опытной группе использовались смеси животных и растительных белков (рыбный фарш, вареные куриные яйца, говяжья печень, рис), во второй опытной группе – живые – науплии артемии, обогащенные биологически активными веществами: адаптогенами, пробиотиками, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами и аминокислотами. Исследования показали, что использование биологически активных кормовых добавок при выращивании креветок повышает скорость роста ракообразных. Было установлено, что абсолютный прирост был самым высоким при использовании обогащенных науплий артемии. В частности, среднесуточный прирост в контроле за период эксперимента составил 0,06 г, среднесуточный прирост в группе, получавшей обогащенные науплии, составил 0,11 г. Обобщение полученных результатов показало, что наиболее высокая скорость роста отмечалась в период с 60 по 90 сутки опыта. Использование обогащенных науплий артемии обеспечило наиболее высокую скорость роста, абсолютный, относительный приросты и выживаемость креветок в аквакультуре. Полученные результаты имеют теоретическую и практическую значимость и вносят вклад в совершенствование технологии индустриального выращивания гигантской пресноводной креветки.

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

Введение

Десятиногие ракообразные относятся к отряду высших ракообразных и входят в число наиболее распространенных объектов аквакультуры в тропических и субтропических странах. В последнее время к представителям этого отряда гидробионтов внимательно присматриваются в странах с умеренным климатом, аквакультура которых ориентирована в значительной степени на выращивание гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Такая высокотехнологичная аквакультура позволяет, не взирая на климатические условия, выращивать гидробионтов круглогодично.

В России к выращиванию креветок в последние годы проявляют большой интерес, однако прогресс в этом направлении пока минималь-

ный. До пандемии и введения режима санкций в стране функционировало 2 предприятия по выращиванию креветок, которые закупали посадочный материал за рубежом. В настоящее время, в силу сложившихся обстоятельств, они закрылись. Разведением креветок в естественных экосистемах в последнее десятилетие успешно занимаются в Крыму.

В остальных регионах России интерес к разведению креветок выражается в создании миниферм, которые выращивают креветку в небольших количествах, в основном для аквариумистов и любителей экзотики.

Россияне через торговые сети получают северную креветку, выловленную в Баренцевом море и в водах Северного Ледовитого океана, дальневосточную креветку, а также импортную



Рис. 1 – Внешний вид (*Macrobrachium rosenbergii*)

креветку. Принимая во внимание цену на этот продукт и его востребованность потребителем, можно сделать вывод, что спрос на креветку в России явно превышает предложение, поэтому развитие отечественной индустриальной аквакультуры креветок актуально и перспективно.

На практике перспективным представляется разведение гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Товарная креветка этого вида характеризуется размерами от 50 до более 300 мм. Скорость роста, размер производимой товарной креветки, ее качество и пищевая ценность определяются составом и качеством кормов.

В данной работе исследовались рост и развитие пресноводной креветки Розенберга на фоне использования кормовых добавок разного состава.

Цель работы: исследование влияния кормовых добавок разного состава на скорость роста и выживаемость постличинки *Macrobrachium rosenbergii*.

Материалы и методы исследований

Мы изучали влияние двух видов кормовых добавок на скорость роста, наращивания массы и выживаемость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в период ювенальной стадии.

Для проведения эксперимента были сформированы три группы одновозрастных 30-суточных креветок в начале перехода в постличиночную стадию. Постличинки были рассажены в затененные аквариумы объемом 350 л по 50 особей в каждый. Для предотвращения каннибализма в аквариумах были сделаны многочисленные укрытия.

Одна из групп стала контрольной. Креветок этой группы кормили осетровым гранулированным комбикормом с содержанием белка до

40%. Первая и вторая группы были экспериментальными и в дополнении к основному рациону получали кормовые добавки -10% от объема потребляемого корма.

Первая опытная группа получала дополнительно высокобелковую кормовую добавку, включающую: рыбный фарш (РФ), вареные куриные яйца (Я), говяжья печень (ГП) и рис (Р) в %. В первый месяц эксперимента соотношение компонентов было следующим: 20% (РФ) +80 (Я); во второй месяц 40% (РФ)+40% (Я) +10% (ГП) +10% (Р); третий месяц 40% (РФ)+40% (Я)+20 (Р).

Вторая опытная группа получала кормовую добавку в виде живых науплий, обогащенных конопляным маслом (источником омега -3 и омега-6 жирных кислот), пробиотиком Ветом 1, витаминно-аминокислотным комплексом Чиктоник. Кормление контрольной и экспериментальных групп осуществляли пять раз в сутки.

В количественном отношении корм задавался из расчета 15% от массы особей, а в дальнейшем в зависимости от поедаемости. Продолжительность эксперимента составила 90 суток.

Гидрохимические показатели воды проверяли с помощью рефрактометра RHS-28BAC (VBS2) и оксиметра HI146-04, а также с помощью калориметрических экспресс тестов Sera и Apі. В течение всего периода выращивания концентрацию личинок в емкостях оценивали объемным методом. Измерение массы тела проводилось с помощью электронных весов MEM-EBS с точностью до 0,01 г и Scout Pro Portable Electronic Balance 200g до 0,1 г.

Эксперименты проводили при температуре воды 28,0-30,0°C, pH 7,5-8,0. Гидрохимические показатели (NH_4^+ , NO_2^- и NO_3^-) в период проведения экспериментов соответствовали нормативам.

Результаты исследований

В условиях аквакультуры личиночное развитие креветки Розенберга составляет 30 – 36 суток, в течение которых креветки проходят 12 стадий линек [1-3]. Мы в эксперимент взяли 30-суточных креветок и исследовали как кормовые добавки, отличающиеся составом ингредиентов, влияли на скорость роста на ювенальном этапе онтогенеза.

Постличинки не только морфологически повторяют взрослых креветок (рис 1), но и их поведенческие реакции, в первую очередь – пищевые.

Рост креветок неравномерный и становится заметным в основном в периоды линек. У постличинки размерами 4 - 6 см интервал между линьками 6 - 11 дней, у креветок размером 7 - 9 см — 13 - 15 дней. Взрослые креветки меняют хитиновый покров с интервалом 26 - 93 дня [4].

На первом этапе работы мы исследовали суточный прирост (рис.2). В первые 30 суток наблюдений за контрольной группой он составил 0.04г, за второй месяц исследований он возрос в полтора раза и составил 0.06 г.

За третий месяц исследований среднесуточный прирост у креветок контрольной группы составлял 0,09 г. Если рассчитать усредненный показатель приростов за 90 суток, то он составит 0.063 г. Однако, как было показано выше, этот усредненный показатель маскирует действительную картину, поскольку скорость роста креветок была неравномерной на разных этапах онтогенеза и прогрессивно возрастала на протяжении эксперимента.

Исследование среднесуточного прироста в первой группе (рис. 3), получавшей высокобелковую добавку, показало, что он составил 0.06 г. Это в полтора раза выше по сравнению с контролем. Прирост во второй месяц эксперимента в этой группе составил 0,08 г, что выше в полтора раза, чем в первые 30 суток эксперимента и чем в контроле.

За третий месяц исследований прирост в первой группе составил 0,11 г. В контроле за этот период прирост составил 0,09г. Прирост за второй и третий месяцы был не одинаковым. Разница в приростах между 1 и 2 месяцами составила 0,02 г, между 2 и 3 – 0,03, а между 1 и 3 месяцами 0,05 г.

Это свидетельствует о разной скорости роста, которая возрастает по мере взросления креветок в интервале между 1 и 90 сутками постличиночного онтогенеза.

При наблюдении за второй группой, которая в качестве кормовой добавки получала живых науплий, обогащенных полиненасыщенными жирными кислотами конопляного масла, пробиотиками, адаптогеном, витаминами и незаменимыми аминокислотами, было установлено, что

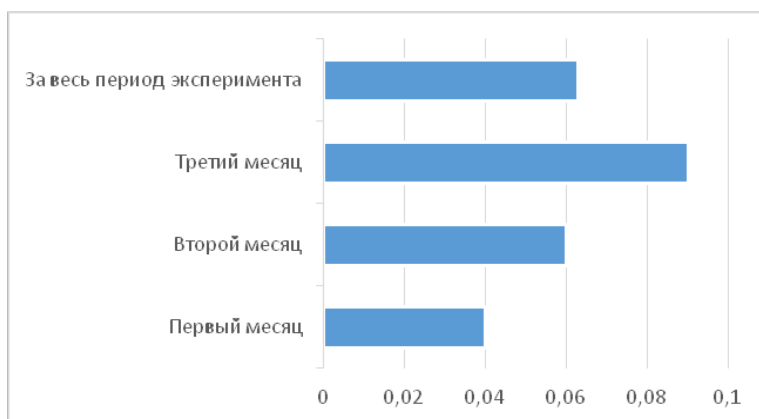


Рис. 2 - Помесичный среднесуточный прирост в контрольной группе, г

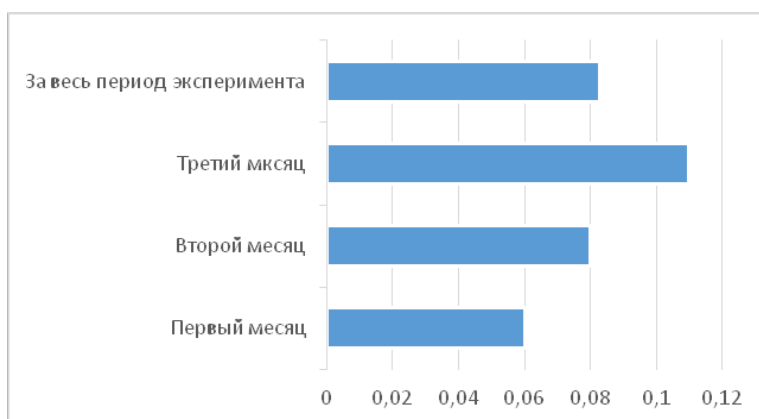


Рис. 3 – Помесичный среднесуточный прирост массы в I группе, г

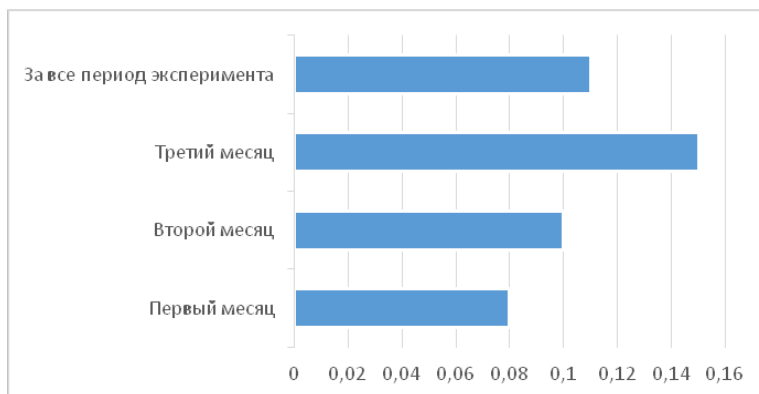


Рис. 4 – Помесичный среднесуточный прирост массы во II группе, г

среднесуточный прирост составил 0.08 г (рис.4).

Это больше, чем в контроле в два раза и больше, чем в 1 группе на 30%. В период с 61 по 90 сутки прирост во 2 группе составлял 0,15 г. Это превышает показатель контрольной группы на 66%.

Сопоставляя показатели всех трех групп, необходимо отметить, что молодь креветки во всех группах наиболее быстро набирала вес в пе-

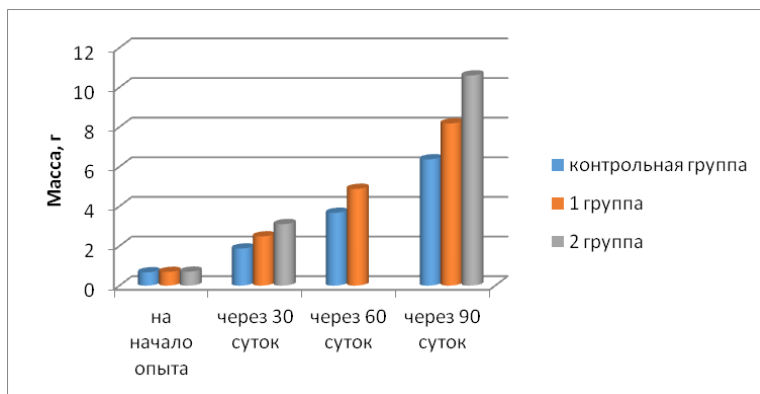


Рис. 5 – Динамика роста живой массы, г.

риод третьего месяца эксперимента.

На втором этапе работы анализировалась скорость наращивания массы креветок на фоне используемых кормовых добавок.

Исходная масса креветок при постановке на опыт составляла в контроле 0,67 г, в первой группе – 0,69 г, во второй - 0,70 г (рис. 5). На начало опыта разница в массе между опытными группами была незначительной и не превышала 1,45%, такой разницей можно было пренебречь.

Через месяц наблюдений (рис. 5) средняя масса креветки в контроле составляла 1,87 г, в первой группе составляла 2,48 г, во второй - 3,1 г. Динамика роста живой массы креветок показала значительные различия как между контрольной, так и между опытными группами. Наиболее значимый прирост отмечен во второй опытной группе (рис.5).

Спустя 60 суток масса молоди в контроле составляла 3,67 г в первой опытной группе, получавшей высокобелковые корма 4,88 г, во второй группе, получавшей обогащенную биологически активными веществами артемию - 6,1 грамма (рис. 5).

По истечении третьего месяца эксперимента средняя масса креветки в контроле составила 6,37 г, в первой опытной группе - 8,18 грамм, во второй группе - 10,6 грамм (рис.5).

Следовательно, масса молоди на весь период опыта в первой группе увеличилась на 128,41%, во второй на 166,4% по сравнению с контрольной группой.

Использование высокобелковой кормовой добавки значительно ускорило рост креветки по сравнению с контрольной группой, которая кормовых добавок не получала. Однако, как показали результаты трехмесячных наблюдений, использование в качестве кормовой добавки обогащенных науплий артемии оказало более

выраженное влияние на скорость роста креветок, чем высокобелковая добавка.

Важным показателем при культивировании креветок в условиях аквакультуры является сохранность поголовья. Результаты исследований показали, что и этот показатель в исследуемых группах отличался. Показатель сохранности поголовья на ювенальной стадии онтогенеза колебался от 64% до 76%. Выживаемость в контрольной группе была на уровне 64%, в первой опытной группе - 70% и во второй - 76%.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать заключение, что состав кормов влияет на выживаемость особей. Наилучшие результаты наблюдались у организмов, в рацион которых входили живые науплии, обогащенные жирными кислотами, пробиотиками, адаптогенами, витаминами и незаменимыми аминокислотами.

Важным показателем эффективности являлся относительный прирост. Относительный прирост - это величина прироста за определенный промежуток времени, выраженная в процентах и вычисляется по формуле:

$$\Delta M = \frac{M_t - M_0}{M_0} \times 100\%$$

где M_0 , M_t – средняя масса в начале и конце периода.

По результатам наших исследований средняя масса креветок в конце опыта в контрольной группе составила 203,8 г, в первой группе 286,3 грамма, во второй группе масса в конце опыта составила 402,8 г. Относительный прирост в первой группе был на 143,54% и во второй на 206,67% больше, чем в контрольной группе.

Следующий показатель, который подвергался анализу - абсолютный прирост – это увеличение живой массы за определенный промежуток времени (декада, месяц, год и т. д.), он рассчитывался по формуле:

$$A = W_2 - W_1$$

где A – абсолютный прирост; W_1 – живая масса в начале периода; W_2 – живая масса в конце периода.

Абсолютный прирост (рис. 6) в контрольной группе за весь период опыта составил 170,34 грамма.

В контрольной группе абсолютный прирост составил 170,3 г, в первой группе - 251,8 г, во второй группе абсолютный прирост составил 367,8 грамма.

В ходе эксперимента наблюдался очевидный более быстрый и устойчивый рост особей второй опытной группы, получавшей дополнительно к основному рациону обогащенную артемию.

Обсуждение

Полученные нами результаты показали, что использование кормовых добавок при выращивании креветок оказывает выраженное влияние на скорость роста, которая зависела от состава кормовой добавки.

Было установлено, что за весь период опыта по использованию биологически активных кормовых добавок абсолютный прирост в контрольной группе составил 152,0 г, в первой группе 195,0 г, во второй 405,9 г.

Следовательно, кормовая добавка на основе обогащенных биологически активными веществами науплий артемии, в состав которой входили полиненасыщенные жирные кислоты, адаптогены, пробиотики и витаминно-аминокислотный комплекс, - оказалась наиболее эффективной и показала наилучшие результаты, обеспечив наиболее высокий прирост массы тела креветок.

Анализ полученных результатов показывает, что среднесуточный прирост в контроле за 1 месяц - 0,04 г, за второй - 0,06 г, за третий месяц - 0,09 г. Среднесуточный прирост в первой группе, получавшей в качестве кормовой добавки ингредиенты животного и растительного происхождения: рыбный фарш, вареные куриные яйца, говяжью печень и рис в течение первого месяца среднесуточный прирост составлял - 0,06 г, за второй месяц - 0,08 г, за третий месяц - 0,11 г.

Среднесуточный прирост во второй группе, получавшей обогащенную науплию, в первый месяц составил - 0,08 г, за второй - 0,10 г, за третий месяц - 0,15 г.

Согласно данным литературных источников, суточные приросты молоди в возрасте от 1 до 3-х месяцев колеблются в пределах 4 – 7% [4, 5]. Ряд авторов утверждают, что темпы роста у креветок замедляются после достижения массы 20 г, что значительно увеличивает время выращивания крупных особей [6,7].

В литературных источниках по изучаемой проблеме нет единого мнения о размахе колебаний нормы по показателям длины и веса постличинки [8-13]. По мнению ряда исследователей, в период перехода на стадию постличинки (на 25-27 сутки) длина особей составляет в среднем 7,5 мм [8 - 13].

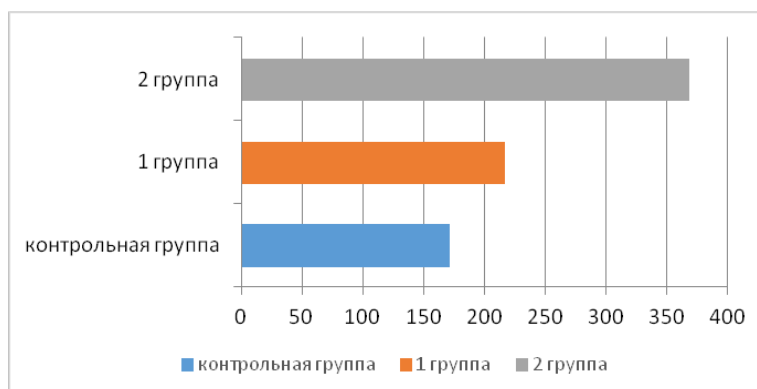


Рис. 6 – Абсолютный прирост за период эксперимента, г

По данным других источников, в частности М. Ацуси и др., в период (22-50 суток) превращения личинок XI стадии зоеа в постличинку их размер колебался от 7,1 до 8,6 мм, а в среднем составлял 7,9 мм, по данным третьих источников длина колебалась от 10,0 до 16,0 мм, составляя в среднем 12,3 мм [14-17].

Такое расхождение результатов свидетельствует о том, что размеры личинок, а соответственно и вес сильно зависят от факторов среды, в первую очередь - от пищевого фактора и плотности популяции.

Заключение

Результаты исследований показали, что введение в рацион кормления креветок постличиночной стадии биологически активных кормовых добавок положительно влияет на скорость роста, сохранность и набор биомассы при выращивании креветок в условиях аквакультуры.

Полученные нами результаты свидетельствуют, что креветки постличиночной стадии, получавшие в качестве дополнительного корма обогащенные живые науплии, содержащие биологически активные вещества, обладали более высокой скоростью роста и набора биомассы, развиваясь более равномерно, чем особи контрольной группы и первой опытной группы, получавшей в качестве добавки высокобелковую смесь животных и растительных компонентов.

В настоящее время в РФ из-за отсутствия поставок зарубежного посадочного материала предприятия по выращиванию креветок прекратили свою работу. Для развития отечественной аквакультуры ракообразных необходима разработка собственных технологий разведения, выращивания и кормления ракообразных, поэтому исследования, проведенные нами, актуальны и соответствуют запросам времени.

Полученные нами результаты имеют теоретическую и практическую значимость и вносят вклад в совершенствование технологии выращивания гигантской пресноводной креветки в условиях аквакультуры.

Библиографический список

1. 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.
2. Любомирова В.Н. Влияние абиотических факторов на показатели продуктивности а. *Var. Principalis* в аквакультуре/ В.Н. Любомирова, Е.М. Романова, В.В. Романов, Э.Б.У.Фазилов// Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 13-17.
3. Романова Е.М. Функциональный кормовой комплекс для рыб /Е.М. Романова, В.А. Исайчев, В.В. Романов, В.Н. Любомирова, Л.А. Шадыева, Т.М. Шленкина, Е.В.Спирина// Патент на изобретение 2777105 с1, 01.08.2022. Заявка № 2021138181 от 21.12.2021.
4. Сальников, Н. Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Астрахань, 2000г. – 230 с.
5. Хмелёва, Н. Н. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелёва, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: «Беларуская навука», 1997. – 254 с.
6. Иванов Б.Г. Методическое пособие по промыслово-биологическим исследованиям морских креветок (съёмки запасов и полевые анализы): Вып. 2. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. М.: ВНИРО, 2004. 110 с.
7. FAO. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. Bangkok: Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific, 2004.
8. 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.
9. 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.
10. Uno, Y. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in the laboratory / Y. Uno, C.S. Kwon // J. of the Tokyo Univ. of Fish. - 1969. - Vol. 55, № 2. - P. 179-190.
11. Diaz, G.G. The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae / G.G. Diaz, S. Kasahara // J. Fac. Appl. Biol. Sci. Hiroshima Univ. - 1987. - Vol. 26. - P. 43-56.
12. Тихонов, Е. А. Влияние типа корма и качества воды на рост и выживаемость креветок *Macrobrachium Rosenbergi* в установках замкнутого водоснабжения / Е. А. Тихонов, А. В. Трифанов, В. И. Базыкин // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 3(108). – С. 164-171.
13. Ковачева Н. П. Рост и развитие белой креветки *Penaeus vannamei* при питании разными типами комбикормов в искусственных условиях / Н. П. Ковачева, Р. Р. Борисов, И. Н. Никонова, Е. С. Чертопруд // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 1. – С. 78-82.
14. Ацуси, М. Разведение *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / М. Ацуси // Культивирование рыб. - 1971.-№ 11.- Т. 8. - С. 40 -43.
15. Shlenkina T. Efficiency of using natural zeolites in cultivation of african catfish / T. Shlenkina, E. Romanova, V. Romanov, V. Lyubomirova // В сборнике: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2021). Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources. Kazan, 2021. С. 00168.
16. Романова Е.М. Инновационные подходы в разработке функциональных кормовых добавок для рыб / Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Т.М. Шленкина, Л.А. Шадыева // В сборнике: Актуальные вопросы аграрной науки. Материалы Национальной научно-практической конференции. Ульяновск, 2021. С. 331-336.
17. Shadyeva L.A. Vitamin content in meat when growing African catfish with probiotics/ L.A. Shadyeva, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.V. Spirina // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. “International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, WTTA 2021” 2022. P. 012069.

INFLUENCE OF FEED ADDITIVES OF DIFFERENT COMPOSITION ON GROWTH RATE AND SURVIVABILITY OF MACROBRACHIUM ROSENBERGII POST-LARVA IN AQUACULTURE

Shlenkina T.M., Romanova E.M., Romanov V.V., Turaeva E.E.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, tel.: 8(8422) 55-95-38
e-mail: shlenkina@yandex.ru

Keywords: *Macrobrachium rosenbergii* shrimp, postlarva, polyphages, mariculture, brine shrimp, vitamin-amino acid complex

The work is devoted to biotechnology improvement of rearing of Rosenberg giant freshwater shrimp in aquaculture. The main attention in the article was devoted to nutritional factor, since the ecosystem is artificial, it was devoted to the feeding factor. Standard feed for sturgeon with a protein content of at least 40% was used as the main feed. Mixtures of animal and vegetable proteins (minced fish, boiled chicken eggs, beef liver, rice) were used as feed additives in the first experimental group; in the second experimental group - live - *Artemia* nauplii enriched with biologically active substances: adaptogens, probiotics, polyunsaturated fatty acids, vitamins and amino acids. Studies showed that usage of biologically active feed additives in shrimp rearing increases growth rate of the crustaceans. It was found that the absolute increase was the highest when using enriched brine shrimp nauplii. In particular, the average daily gain in the control group during the experiment period was 0.06 g, the average daily gain in the group that received enriched nauplii was 0.11 g. Compilation of the obtained results showed that the highest growth rate was observed in the period from 60 to 90 days of the experiment. Usage of enriched brine shrimp nauplii provided the highest growth rate, absolute, relative growth and survivability of shrimp in aquaculture. The results are of theoretical and practical significance and contribute to technology improvement of industrial rearing of giant freshwater shrimp.

Bibliography:

1. Kovacheva, N.P. Development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) larvae reared in a recirculation system / N.P. Kovacheva, B.P. Smirnov, D.N. Stepanov // All-Union Scientific Research and Design Institute of Economics, Information and Automated Control Systems of Fisheries. Ser. Aquaculture, Vol. 1. - 1999. - P.15–23.
2. Lyubomirova, V.N. Influence of abiotic factors on productivity parameters of a. Var. *Principalis* in aquaculture / V.N. Lyubomirova, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.B.U. Fazilov // Fisheries. 2023. № 2. P. 13-17.
3. Romanova, E.M. Functional feed complex for fish / EAT. Romanova, V.A. Isaichev, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina, E.V. Spirina // Patent for invention 2777105 c1, 01.08.2022. Application № 2021138181 dated 21.12.2021.
4. Salnikov, N. E. Breeding and rearing of freshwater shrimp in the south of Russia / N. E. Salnikov, M. E. Sukhanova. - Astrakhan, 2000 – 230 p.
5. Khmeleva, N. N. Ecology of freshwater shrimp / N. N. Khmeleva, V. F. Kulesh, A. V. Alekhnovich, Yu. G. Giginyak. - Minsk: "Belarusian Science", 1997. - 254 p.
6. Ivanov, B.G. Methodological manual on commercial and biological research of marine shrimp (stock surveys and field analyses): Issue. 2. Study of ecosystems of fishery reservoirs, collection and processing of data on aquatic biological resources, equipment and technology for their harvesting and processing. M.: VNIRO, 2004. 110 p.
7. FAO. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. Bangkok: Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific, 2004.
8. Mikulich, L.V. Reproduction and rearing of larvae of *Pandalus kessleri* shrimp in aquatic conditions / L.V. Mikulich, A.G. Govorukha, A.Ya. Efimkin // Abstracts of the scientific conference "Problems of rational use of shrimp stocks". Murmansk. - 1980. - P. 41–43.
9. Mikulich, L.V. Distribution of accumulations of grass shrimp (*Pandalus kessleri* Czerniawski) in Peter the Great Bay / L.V. Mikulich, A.Ya. Efimkin // Izvestiya of Pacific Research Fisheries Center. - 1982. - V. 106. P. 54–61.
10. Uno, Y. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in the laboratory / Y. Uno, C.S. Kwon // J. of the Tokyo Univ. of fish. - 1969. - Vol. 55, № 2. - P. 179-190.
11. Diaz, G.G. The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae / G.G. Diaz, S. Kasahara // J. Fac. Appl. Biol. sci. Hiroshima Univ. - 1987. - Vol. 26. - P. 43-56.
12. Tikhonov, E. A. Influence of feed type and water quality on growth and survivability of *Macrobrachium rosenbergii* shrimp in recirculating water supply systems / E. A. Tikhonov, A. V. Trifanov, V. I. Bazykin // AgroEcoEngineering. - 2021. - № 3(108). - P. 164-171.
13. Growth and development of *Penaeus vannamei* white-legged shrimp when feeding it with different types of compound feed under artificial conditions / N. P. Kovacheva, R. R. Borisov, I. N. Nikonova, E. S. Chertoprud // Fisheries. - 2020. - № 1. - P. 78-82.
14. Atsusi, M. Breeding of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / M. Atsusi // Fish rearing. - 1971. - № 11. - V. 8. - P. 40-43.
15. Shlenkina T. Efficiency of using natural zeolites in cultivation of african catfish / T. Shlenkina, E. Romanova, V. Romanov, V. Lyubomirova // In the collection: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2021). Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources. Kazan, 2021, P. 00168.
16. Romanova E.M. Innovative approaches to development of functional feed additives for fish / E.M. Romanova, V.N. Lyubomirova, V.V. Romanov, T.M. Shlenkina, L.A. Shadyeva // In the collection: Topical issues of agricultural science. Materials of the National scientific-practical conference. Ulyanovsk, 2021, P. 331-336.
17. Shadyeva L.A. Vitamin content in meat when growing African catfish with probiotics / L.A. Shadyeva, E.M. Romanova, V.V. Romanov, E.V. Spirina // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, WTTA 2021" 2022.P. 012069.