

*Н.А. Головачева, Ю.В. Толмачева, С.С. Иванов, Д.А. Картушин,
А.М. Павлов-Русинов*

*N.A. Golovacheva, Yu.V. Tolmacheva, S.S. Ivanov, D.A. Kartushin,
A.M. Pavlov-Rusinov*

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ КОРМОВ
ДЛЯ ЛИЧИНОЧНЫХ СТАДИЙ MACROBRACHIUM
ROSENBERGII НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ
И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ**

**EFFECT OF DIFFERENT FEED VARIANTS ON SURVIVABILITY
OF MACROBRACHIUM ROSENBERGII IN DIFFERENT LARVAL
STAGES AND HYDROCHEMICAL INDICATORS OF WATER**

Аннотация:

Проведено исследование влияния различных кормов на выживаемость *Macrobrachium rosenbergii* на начальных личиночных стадиях и гидрохимические показатели воды. Результаты работы показали, что *стартовый корм* «Coppens Vital» в качестве корма для личинки креветки *Macrobrachium rosenbergii* на ранних стадиях развития не подходит из-за его большой плотности, быстрого оседания на дно и влияния на качество воды, что вызывает 100-процентную гибель личинок. Наименьшее влияние на гидрохимические показатели воды были отмечены в группе при кормлении науплиями артемии, в которой лишь концентрация NO_2 превысила норму и составила 0,05 мг/л. В этой группе также была зафиксирована наибольшая выживаемость, составившая 81 %. Анализ влияния на гидрохимические показатели суспензии из яичного желтка и сухого молока и рациона из сублимированного червя показал, что они также не подходят в качестве основного корма, но могут быть использованы в рационе дополнительно к живым науплиям артемии.

Ключевые слова: аквакультура, гидрохимия, креветка, *Macrobrachium rosenbergii*, корм для креветок, кормление.

Abstract:

The effect of various feeds on the survival of *Macrobrachium rosenbergii* in the initial larval stages and hydrochemical parameters of water has been studied. The results of the work showed that the starter feed «Coppens Vital» as a feed for the larva of the shrimp *Macrobrachium rosenbergii* in the early stages of development is not suitable due to its high density, rapid subsidence to the bottom and the effect on water quality, which causes 100 % death of the larvae. The least effect on the hydrochemical parameters were observed in the group

fed with *Artemia nauplii*, in which the concentration of NO_2 exceeded the limit and was 0.05 mg/l. This group also had the highest survival rate, which was 81 %. The effect on the hydrochemical parameters of egg yolk, milk powder suspension and freeze-dried worm showed that they were not suitable as the main feed, but could be used in the diet in addition to live *Artemia nauplii*.

Keywords: aquaculture, hydrochemistry, shrimp, *Macrobrachium rosenbergii*, shrimp feed, feeding.

По прогнозам, среднегодовой темпа роста мирового рынка креветки составит 6,72 % в период до 2028 г. По итогам 2022 г. объем мирового рынка креветки оценивается в 46 млрд долларов. Мировой рынок креветки сегментирован по основным видам: *L. vanamei*, *P. monodon*, *M. Rosenbergii*.

Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* принадлежит семейству *Palaemonidae*. Ареал ее природного обитания — Южная и Юго-Восточная Азия, но благодаря аквакультуральному разведению она встречается и в других регионах мира, в том числе культивируется в России⁹.

Macrobrachium rosenbergii на сегодняшний день занимает третье место по объему в мировом производстве креветок. Благодаря эвригиальности на постличиночной стадии *Macrobrachium rosenbergii* и возможности выращивания ее в пресной воде она является перспективным объектом для товарного выращивания в условиях замкнутого водоснабжения в пресной воде на территории России. Крупные размеры и высокие вкусовые качества способствуют стабильному спросу потребителей на данный вид ракообразных. Известно, что *Macrobrachium rosenbergii* содержит до 35 % легко усвояемого белка, количество которого варьируется в зависимости от условий содержания и кормления¹⁰.

Macrobrachium rosenbergii имеет высокие темпы роста: цикл товарного выращивания составляет 6—8 месяцев. Одной из основных проблем товарного выращивания в условиях УЗВ является сложность содержания креветки в личиночный период (33—43 суток)¹¹ в солоноватой

⁹ Буруковский Р.Н. Систематика креветок рода *Nematocarcinus* (Decapoda, Nematocarcinidae). Обзор таксономических признаков и определитель видов рода // Зоологический журнал. 2004. Т. 83. № 5. С. 549—561.

¹⁰ Pengfei F., Jinzhao H., Min L., Guanghua H., Xiuli Ch., Qiong Ya., Jianbo W., Dapeng W., Huawei M. Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii* // *Aquaculture*. 2019. Vol. 511; Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Крахова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876). М.: Изд-во ВНИРО, 2015. 112 с.

¹¹ Pengfei F., Jinzhao H., Min L., Guanghua H., Xiuli Ch., Qiong Ya., Jianbo W., Dapeng

воде (от 10 до 16 ‰), когда наблюдается высокая смертность. На этом этапе выращивания качество кормовых рационов может оказывать как прямое влияние на выживаемость личинок *Macrobrachium rosenbergii*, так и косвенное через влияние на гидрохимические показатели воды¹².

Вода для правильной линьки должна быть нейтральной или слабощелочной (pH 7-8), с умеренной или высокой жесткостью. В ином случае могут наблюдаться проблемы с образованием панциря¹³. Требования к качеству воды для товарного выращивания гигантских пресноводных креветок приведены в Таблице 1¹⁴.

Табл. 1. Нормы качества воды при выращивании пресноводных креветок.

Показатели	ОСТ для поступающей воды	Технологические нормы	Кратковременно допустимые значения
Аммоний, мг/дм ³	1,0	2—4	10
Аммиак свободный, мг/дм ³	до 0,05	до 0,05	до 0,05
Окисляемость бихроматая, мг/дм ³	до 30	20—60	70—100
Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	до 10	10—15	до 40

W, Huawei M. Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii*.

¹² Мельник И.В., Васильева Е.Г. Использование абиотических факторов для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок // Известия НВ АУК. 2018. № 1 (49). С. 222—226; Статкевич С.В. Некоторые проблемы биотехнологии выращивания личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) // Известия ТИПРО. 2015. Т. 183. С. 252—258.

¹³ Тихонов Е.А., Трифанов А.В., Базыкин В.И. Влияние типа корма и качества воды на рост и выживаемость креветок *Macrobrachium rosenbergii* в установках замкнутого водоснабжения // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 3 (108). С. 164—171.

¹⁴ Тарасов П.С., Гуркина О.А., Мацуяна И.О. Качество воды при выращивании креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях установки с рециркуляцией воды // 3-я Всероссийская научно-практическая интернет-конференция молодых ученых и специалистов смеждународным участием «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция», 20—22 марта 2019 г. [Электронный ресурс]: <https://www.arisersar.ru/conference/animals-19/Matsuyupa.pdf> (дата обращения: 24.06.2024).

Пищевые системы и биотехнологии

Соленость, ppt	—	до 10	25
Взвешенные вещества, мг/дм³	до 10	до 30	—
pH	7,0—8	0 7,0—7,2	6,5
Нитриты, мг/дм³	до 0,02	до 0,1—0,2	до 0,1
Нитраты, мг/дм³	2—3	20	100
Температура, °C	—	32	24
Кислород на выходе из бассейна с креветками, мг/дм³	—	6	6
Кислород на выходе из биофильтра, мг/дм³	—	8	6
Жесткость воды, ppt	до 150	20—200	20—200

При соблюдении оптимального гидрохимического режима и сбалансированного состава кормов можно добиться значительного улучшения выживаемости личинок до этапа метаморфоза. Для этого необходимо определить влияние разных стартовых кормов на гидрохимические параметры и выживаемость личинок.

Таким образом, цель данного исследования заключалась в изучении влияния различного типа кормов на выживание молоди креветки *Macrobrachium rosenbergii* в личиночной стадии, а также в оценке гидрохимических показателей среды при разных схемах кормления.

Исследование проводилось в Научном центре аквакультуры МГУТУ им. К.Г. Разумовского. Объект исследования — личиночные стадии креветки *Macrobrachium rosenbergii*. Длительность эксперимента составила 14 дней. В ходе эксперимента оценивалось влияние кормления на выживаемость личинок креветки и гидрохимические показатели воды.

Личинки креветки *Macrobrachium rosenbergii* были разделены на 4 группы по 50 особей в трех подгруппах, в емкостях объемом 10 л из пищевого полипропилена. Креветки в группах находились на кормлении науплиями артемии *Artemia salina* (контрольная группа); сухим кормом марки «Сорpens Vital» 0,2—0,5 мм; высушенными в лиофильной сушке червями вида *Eisenia fetida*; суспензией из яичного желтка и сухого молока в пропорции 1:2 (Рисунок 1).

В течение 14 дней проводились измерения гидрохимических показателей среды в группах на разном типе кормления. В ходе экспери-

мента определяли температуру и гидрохимические показатели: величину pH, содержание NH_4 , NO_3 , NO_2 , Fe и PO_4 . Гидрохимические параметры воды измеряли экспресс-тестами НИЛПА, используемыми в соответствии с инструкцией разработчика.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с применением программы Microsoft Excel. Результаты исследований сравнивались с рекомендуемыми для креветок¹⁵. Схема кормления в группах отображена в Таблице 2.

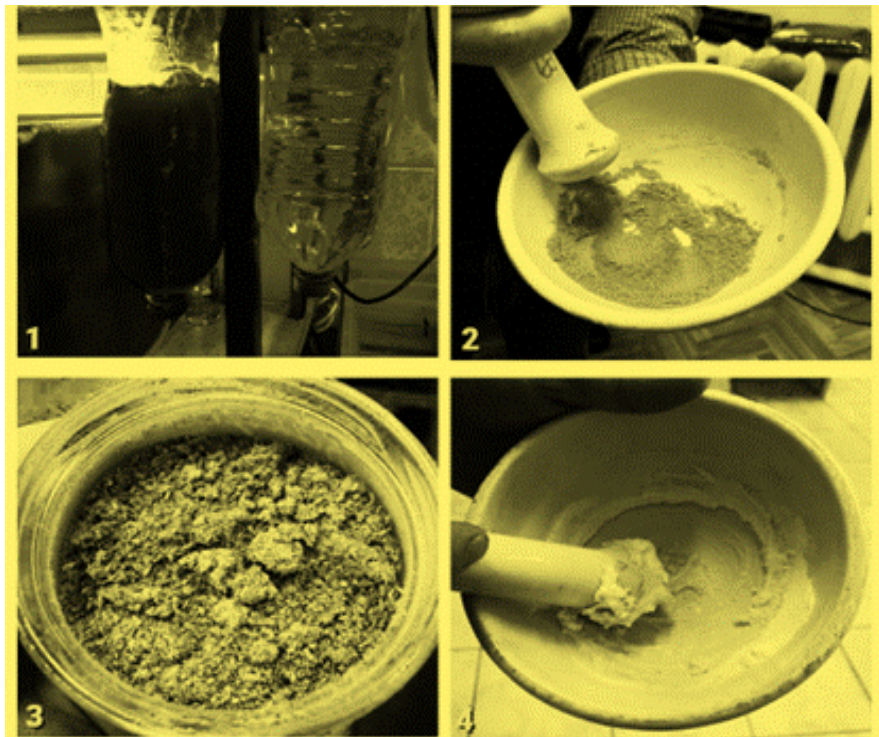


Рис. 1. Различные корма для кормления личинок *Macrobrachium rosenbergii*: 1. науплии артемии (*Artemia salina*); 2. корм «Coppens Vital»; 3. сублимированные черви *Eisenia fetida*; 4. суспензия из яичного желтка и сухого молока.

¹⁵ Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 (с изменениями от 10.03.2020).

Пищевые системы и биотехнологии

Табл. 2. Схема кормления по группам *Macrobrachium rosenbergii* в ходе эксперимента.

Показатель	Контроль- ная группа			Группа 2			Группа 3			Группа 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Количество, экз.	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Объем, л	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Длительность опыта (дней)	14											
Корм	Науплии <i>Artemia salina</i>			Стартовый корм «Coppens Vital»			Суспензия из яичного желтка и су- хого молока			Сублими- рованные черви		
Кратность кормления в сутки	4			4			4			4		

Контроль гидрохимических параметров по ходу эксперимента позволил установить наличие различий по отдельным показателям между опытными группами. Результаты исследования гидрохимических параметров при кормлении различными кормами представлены в Таблице 3.

Табл. 3. Гидрохимические показатели среды на разных схемах кормления *Macrobrachium rosenbergii*.

Показатель	Контроль- ная группа		Группа 2		Группа 3		Группа 4		Норма
	Науплии <i>Artemia salina</i>		Стартовый корм «Coppens Vital»		Суспензия из яичного желтка и сухого молока		Сублими- рованные черви		
	1 день	14 день	1 день	14 день	1 день	14 день	1 день	14 день	
O ₂ , мг/л	12	11	12	11	12	11	12	12	>6,0
pH	8	8	8	9	8	8	8	8	7,0-8,0
T, °C	25	26	25	27	25	26	25	26,5	20-32

NH_4 , мг/л	0,1	0,1	0,1	1,5	0,1	0,5	0,1	1,5	0,5
NO_2 , мг/л	0	0,05	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0,02
NO_3 , мг/л	0	1,0	0	10	0	2,5	0	7	1,0
Fe, мг/л	0,5	0,1	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5
PO_4 , мг/л	0,2	0,25	0,2	0,4	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3

Аммонийный азот за время эксперимента в пределах нормы был отмечен лишь при кормлении науплиями артемии в количестве 0,01 мг/л. В группе, где кормление проводилось суспензией из яичного желтка и сухого молока, он находился на верхней границе нормы — 0,5 мг/л. В группах при кормлении стартовым кормом «Сорпенс Vital» и сублимированными червями аммонийный азот превышал норму в 3 раза — 1,5 мг/л (Рисунок 2).

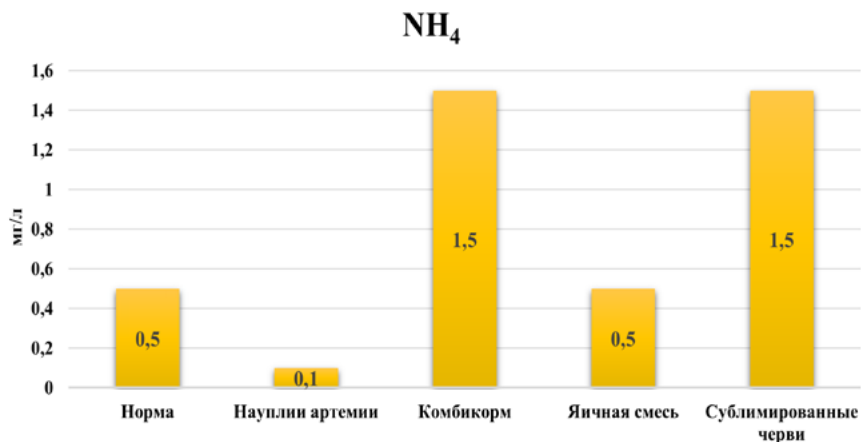


Рис. 2. Концентрация аммонийного азота на конец эксперимента.

Концентрация нитритов превышала норму во всех группах. В контрольной группе, где происходило кормление науплиями артемии, концентрация NO_2 была наименьшей и составила 0,05 мг/л, что превышает норму в 2,5 раза. В группах на кормлении стартовым кормом «Сорпенс Vital», суспензией из яичного желтка и сухого молока и сублимированными червями норма была превышена в 20 раз, составив 0,4 мг/л в каждой (Рисунок 3).



Рис. 3. Концентрация нитритов на конец эксперимента.

Концентрация нитратов на конец эксперимента не превышала норму только в группе на кормлении науплиями артемии — 1,0 мг/л. Самый высокий показатель NO_3 был отмечен в группе на кормлении стартовым кормом «Сорrens Vital»: содержание нитратов превысило норму в 10 раз и составило 10 мг/л. Содержание нитратов в группах на кормлении суспензией превысило норму в 2,5 раза, на кормлении сублимированными червями — в 7 раз, составив 2,5 и 7 мг/л соответственно (Рисунок 4).



Рис. 4. Концентрация нитратов на конец эксперимента.

Самый высокий показатель фосфатов в конце эксперимента был зафиксирован в группах на кормлении стартовым кормом «Сорпенс Vital» и суспензией из яичного желтка и сухого молока. Он превысил нормативный показатель в 1,3 раза и составил 0,4 мл/л. Концентрация PO_4 в группах на кормлении науплиями артемии и сублимированными червями не превысила норму — 0,25 и 0,1 мл/л соответственно (Рисунок 5).

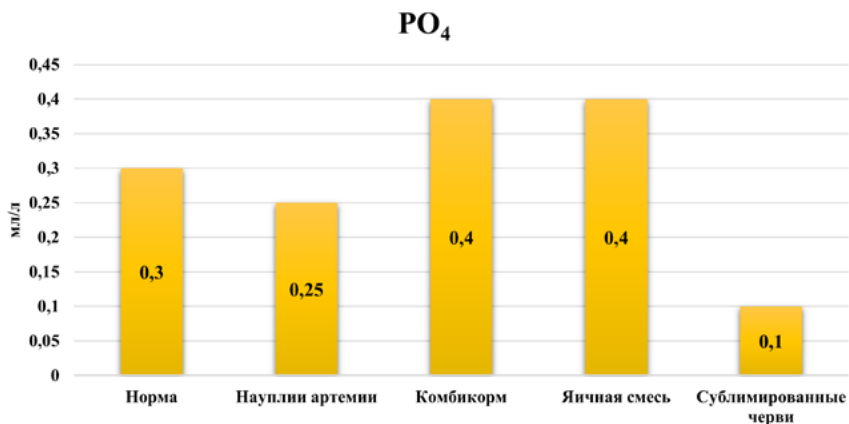


Рис. 5. Концентрация фосфатов на конец эксперимента.

Результаты исследования выживаемости личинок при кормлении различными кормами — науплиями артемии, стартовым кормом «Сорпенс Vital», суспензией из яичного желтка и сухого молока, сублимированными червями — представлены в Таблице 4.

Табл. 4. Выживаемость личинок *Macrobrachium rosenbergii* на разных схемах кормления.

Выживаемость личинок <i>M. rosenbergii</i> , экз.	Науплии <i>Artemia salina</i> (контроль)			Стартовый корм «Сорпенс Vital»			Суспензия из яичного желтка и сухого молока			Сублимированные черви		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 сутки	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5 сутки	45	48	48	31	29	30	43	30	43	38	41	41
10 сутки	43	45	47	0	0	0	33	33	31	27	28	28

Пищевые системы и биотехнологии

14 сутки	42	40	38	0	0	0	18	23	19	17	15	13
Выживаемость, %	84	80	76	0	0	0	36	46	38	34	30	26

При кормлении личинок *Macrobrachium rosenbergii* стартовым кормом «Сорпенс Витал» выживаемость на 5-е сутки составила 60 %, а на 10-е сутки смертность была уже 100 %. Выживаемость в группах на кормлении сублимированными червями и суспензией из яичного желтка и сухого молока на 5-е сутки составила 75 и 85 % соответственно, на 10-е сутки 55 и 65 %, а в конце эксперимента выживаемость в этих группах составила 30 и 40 %. Наибольшая выживаемость личинок отмечена в контрольной группе при кормлении живыми науплиями артемии: на 5-е сутки она составила 95 %, на 10-е сутки — 90 %, на 14-е сутки — 80 % (Рисунок 6).

При кормлении науплиями артемии развитие личинок *Macrobrachium rosenbergii* проходило без отклонений, соответствовало морфологическим признакам ранних стадий и суточному переходу на следующие стадии с момента выхода из икры. Так, личинки, питающиеся науплиями артемии, на 5-е сутки находились на III стадии зоза, на 10-е сутки — на IV стадии, на 14-е сутки наблюдалась VII стадия развития (Рисунок 7)¹⁶.

У групп личинок, которые находились на кормлении суспензией из яичного желтка и сухого молока и сублимированными червями, на 5-е и 10-е сутки наблюдались IV и III стадия развития зоза соответственно, а на 14-е сутки — лишь V и VI стадия личиночного развития.

На 5-е сутки кормления стартовым кормом «Сорпенс Витал» личинки креветки *Macrobrachium rosenbergii* перешли лишь на II стадию развития зоза, а на 10-е сутки уже наблюдалась 100-процентная смертность.

Значительное влияние на гидрохимические показатели воды было зафиксировано в вариантах кормления стартовым кормом «Сорпенс Витал». Показатели были выше рекомендуемой нормы: NH_4 превысил норму в 3 раза, NO_2 — в 20 раз, NO_3 — в 10 раз, PO_4 — в 1,3 раза, что и отразилось в 100-процентной смертности личинок. Наименьшее влияние на гидрохимические показатели воды было отмечено в группе на кормлении науплиями артемии, где лишь концентрация NO_2 превысила норму, составив 0,05 мг/л. В этой же группе наблюдалась наибольшая выживаемость — 80 %.

¹⁶ Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*.

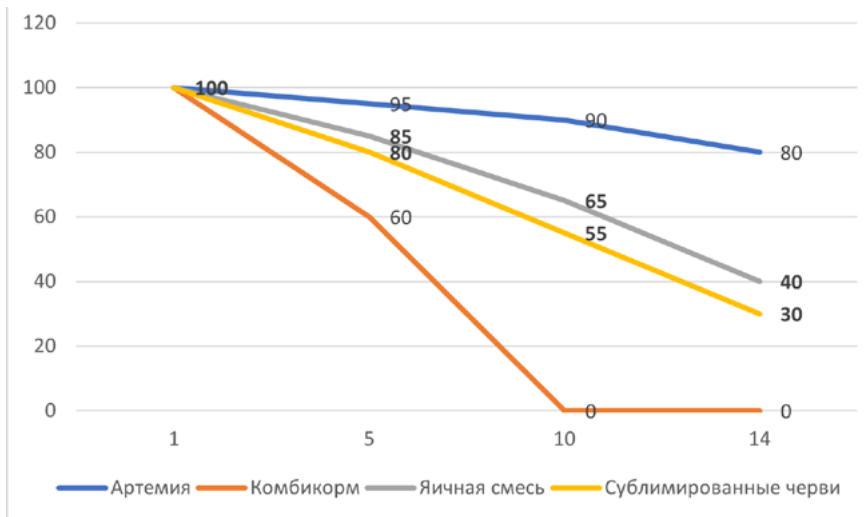


Рис. 6. Выживаемость личинок *Macrobrachium rosenbergii* при различных вариантах кормления.



Рис. 7. Стадии развития личинки *Macrobrachium rosenbergii*: 1. зоза I (1-е сутки); 2. зоза III (5-е сутки); 3. зоза IV (10-е сутки); 4. зоза VII (14 сутки).

Результаты проведенных исследований показали, что, исходя из особенностей питания ранних стадий личинок *Macrobrachium rosenbergii*, которые могут потреблять взвешенные пищевые объекты только при соприкосновении с ними в толще воды, для кормления не подходит стартовый корм «Сорпенс Витал». Причина заключается в большой плотности комбикорма, который относительно быстро оседает на дно и становится недоступным для питания личинок, особенно на ранних стадиях развития, а также ухудшает гидрохимические показатели воды.

Наилучший вариант в качестве корма для ранних стадий личинок *Macrobrachium rosenbergii* — живые науплии артемии, что подтверждают работы других исследователей¹⁷.

Науплии артемии благодаря повышенной солености воды при выращивании личинок гигантской пресноводной креветки долгое время сохраняют жизнеспособность, таким образом, являясь доступным объектом питания и оказывая наименьшее влияние на гидрохимические показатели воды.

Кормление суспензией из яичного желтка и сухого молока и сублимированными червями оказывает не столь негативное воздействие на гидрохимические показатели и выживаемость личинок *Macrobrachium rosenbergii*. Так, выживаемость при кормлении яично-молочной суспензией и сублимированными червями составила 40 и 30 %, что существенно выше, чем в варианте кормления стартовым кормом «Сорпенс Витал». Такой эффект можно объяснить тем, что яично-молочная смесь за счет растворимости в воде длительное время не оседает на дно и остается доступной в качестве пищевого объекта для ранних личиночных стадий креветки. Такой же эффект наблюдался при кормлении сублимированным червем, но уже за счет его более низкой плотности по сравнению с комбикормом (вес 1 мл стартового корма «Сорпенс Витал» составляет 0,544 г, а 1 мл сублимированного червя — 0,122 г).

Более низкая выживаемость личинок при кормлении яично-молочной смесью и сублимированным червем в сравнении

¹⁷ Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*; Мельник И.В., Васильева Е.Г. Использование абиотических факторов для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок; Статкевич С.В. Некоторые проблемы биотехнологии выращивания личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*; Тихонов Е.А., Трифанов А.В., Базыкин В.И. Влияние типа корма и качества воды на рост и выживаемость креветок *Macrobrachium rosenbergii* в установках замкнутого водоснабжения; Кулеш В.Ф. Состав пищи и пищевая избирательность пресноводных креветок в аквакультуре (обзор) // Вестник БДПУ. 2010. № 3. С. 21—28.

с кормлением живыми науплиями артемии не позволяет использовать их в качестве основного корма на начальных стадиях развития личинок *Macrobrachium rosenbergii*. Но они могут быть добавлены как дополнительный компонент к основному корму — науплиям артемии. В дальнейшем целесообразно провести исследования влияния этих же кормов на выживаемость и гидрохимические показатели воды на поздних стадиях личинок, что позволит определить оптимальный кормовой рацион для выращивания *Macrobrachium rosenbergii* на всех этапах развития.

Выводы. По результатам эксперимента и итогам выживаемости личинки *Macrobrachium rosenbergii* в контрольной группе (80 %) определено, что наиболее эффективной является схема кормления науплиями артемии. Выживаемость при кормлении суспензией из яичного желтка и сухого молока составила 40 %, сублимированными червями — 30 %. При кормлении стартовым кормом «Сорпенс Витал» смертность в экспериментальной группе составила 100 %. Гидрохимические показатели при кормлении науплиями артемии практически полностью соответствовали нормативам, лишь показатель NO_2 составил 0,05 мг/л, превысив норму. При кормлении сублимированными червями не соответствовали норме три показателя (NH_4 — 1,5 мг/л, NO_2 — 0,4 мг/л, NO_3 — 7 мг/л). При кормлении суспензией из яичного желтка и сухого молока были превышены четыре показателя (NH_4 — 0,5 мг/л, NO_2 — 0,4 мг/л, NO_3 — 2,5 мг/л, PO_4 — 0,4 мг/л). При использовании стартового корма «Сорпенс Витал» выше нормы были пять показателей (рН — 9, NH_4 — 1,5 мг/л, NO_2 — 0,4 мг/л, NO_3 — 10 мг/л, PO_4 — 0,4 мг/л).

При кормлении стартовым кормом «Сорпенс Витал» 100-процентная смертность личинок связана с его прямым влиянием на гидрохимические показатели воды, что позволяет сделать вывод о нецелесообразности его использования в кормлении личиночной стадии *Macrobrachium rosenbergii*. При кормлении суспензией из яичного желтка и сухого молока и сублимированными червями гидрохимические показатели также превышали норму, но выживаемость составила 40 % и 30 % соответственно. Поэтому яичная смесь и сублимированный червь не рекомендуются в качестве основного корма для выращивания личинок *Macrobrachium rosenbergii*, но могут использоваться в качестве кормовой добавки.

Список литературы

1. Буруковский Р.Н. Систематика креветок рода *Nematocarcinus* (Decapoda, Nematocarcinidae). Обзор таксономических признаков и определитель видов рода // Зоологический журнал. 2004. Т. 83. № 5. С. 549—561.

2. Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Кряхова Н.В., Лебедев Р.О., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1876). М.: Изд-во ВНИРО, 2015. 112 с.

3. Кулеш В.Ф. Состав пищи и пищевая избирательность пресноводных креветок в аквакультуре (обзор) // Вестник БДПУ. 2010. № 3. С. 21—28.

4. Мельник И.В., Васильева Е.Г. Использование абиотических факторов для оптимизации технологии выращивания пресноводных креветок // Известия НВ АУК. 2018. № 1 (49). С. 222—226.

5. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 (с изменениями от 10.03.2020).

6. Статкевич С.В. Некоторые проблемы биотехнологии выращивания личинок гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) // Известия ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 252—258.

7. Тарасов П.С., Гуркина О.А, Мацуна И.О. Качество воды при выращивании креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях установки с рециркуляцией воды // 3-я Всероссийская научно-практическая интернет-конференция молодых ученых и специалистов с международным участием «Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция», 20—22 марта 2019 г. [Электронный ресурс]: <https://www.arisersar.ru/conference/animals-19/Matsuyura.pdf> (дата обращения: 24.06.2024).

8. Тихонов Е.А., Трифанов А.В., Базыкин В.И. Влияние типа корма и качества воды на рост и выживаемость креветок *Macrobrachium rosenbergii* в установках замкнутого водоснабжения // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 3 (108). С. 164—171.

9. Pengfei F, Jinzhao H., Min L., Guanghua H., Xiuli Ch., Qiong Ya., Jianbo W., Dapeng W., Huawei M. Effect of dietary *Tenebrio molitor* protein on growth performance and immunological parameters in *Macrobrachium rosenbergii* // Aquaculture. 2019. Vol. 511.

Сведения об авторах

Головачева Наталья Алексеевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры биологии и биоинформатики Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Толмачева Юлия Викторовна, магистр направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», помощник декана факультета

та биотехнологий и рыбного хозяйства Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Иванов Сергей Сергеевич, ведущий инженер Центра аквакультуры Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Картушин Дмитрий Александрович, аспирант Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Павлов-Русинов Александр Михайлович, аспирант Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

Information about the authors

Golovacheva Natalia Alekseyevna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Bioinformatics, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.

Tolmacheva Yulia Viktorovna, master of training «Aquatic biological resources and aquaculture», assistant dean of the Faculty of Biological and Environmental Sciences, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.

Ivanov Sergey Sergeyevich, leading engineer of the Aquaculture Center, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.

Kartushin Dmitry Aleksandrovich, graduate student, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.

Pavlov-Rusinov Alexander Mikhailovich, graduate student, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management.