DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-94-105
УДК 639.31(075)

ФАКТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИК ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВИДОВ

Л. Ю. Лагуткина[1], Е. Г. Кузьмина[1], А. А. Таранина[2], А. Б. Ахмеджанова[1], В. С. Ясинский[1], Р. А. Пономарев[1]

[1] Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Российская Федерация

[2] ООО «Саликорния Нутришн», Астрахань, Российская Федерация

Климатические условия Астраханской области позволяют в вегетационный период выращивать тропических пресноводных раков *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) и креветок *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) всего от 3 до 5 месяцев, с дальнейшим переводом на зимнее содержание в бассейновые условия. Для достижения максимального эффекта в полуинтенсивных и интенсивных условиях культивирования необходимо применять дополнительное кормление, соблюдать нормы плотности посадки и рационов питания ракообразных. В двух сериях экспериментальных работ, проведенных в 2019–2020 гг. на базе Астраханского государственного технического университета и малого инновационного предприятия «СРК “Шараповский”», исследован способ увеличения биологического и аквакультурного потенциала быстрорастущих тропических пресноводных раков и креветок с помощью корректировки кормовых рационов, кормления влажным кормом в охлажденном виде и комбикормом собственной рецептуры, разработанной на основе кормовых компонентов из местного сырья. Впервые в рецептуру была введена *Salicornia perennans* Willd – растение-галофит. В результате экспериментальных работ сформированы рекомендации по полуинтенсивному и интенсивному выращиванию тропических пресноводных видов, рассмотрена возможность повышения биологической и аквакультурной продуктивности выращиваемых объектов, что отражено в рыбоводно-биологических нормативах и общих процессах управления.

Ключевые слова: *Cherax quadricarinatus*, *Macrobrachium rosenbergii*, кормление, влажный корм, сухой комбикорм, компоненты местного сырья, солерос солончаковый.

Для цитирования: *Лагуткина Л. Ю., Кузьмина Е. Г., Таранина А. А., Ахмеджанова А. Б., Ясинский В. С., Пономарев Р. А.* Фактологическое обеспечение практик повышения эффективности выращивания тропических пресноводных видов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 94–105. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-94-105.

Введение

Сектор мировой аквакультуры (морской и пресноводной), в отличие от рыболовства, скованного биологическими и экологическими ограничениями, продолжает уверенный рост. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в 2011–2016 гг. ежегодный рост общего культивирования объектов аквакультуры (продукция без учета водных растений) составил 5,8 %, достигнув, по оценкам, общего объема производства в 80 млн т [1].

В обеспечении продовольственной безопасности мирового населения именно рыба играет важнейшую роль, на ее долю приходится около 20 % животного белка и 6,7 % всего белка, потребляемого человечеством. Этот уровень еще выше в некоторых развивающихся регионах (Индонезия, Шри-Ланка и др.) и, в особенности, в многочисленных островных развивающихся государствах, которые получают до половины объема животного белка именно из водных продуктов. По мере роста численности населения Земли и увеличения средних доходов спрос на пищевые продукты Мирового океана продолжит расти. По прогнозу ФАО, для того, чтобы накормить население планеты в 2050 г., дополнительно потребуется производить почти 20 млн метрических тонн белка, и, по мнению отраслевых экспертов, пища из моря сможет закрыть большую

часть этой потребности [2]. Однако уточним, что в данном случае речь идет именно о потенциале расширения аквакультуры (в том числе марикультуры), но не рыболовства.

Мировая марикультура произвела в 2016 г. 29 млн т водных организмов, что составляет более трети общего объема производства рыбной аквакультуры и около четверти всего производства морской рыбы (рис. 1).

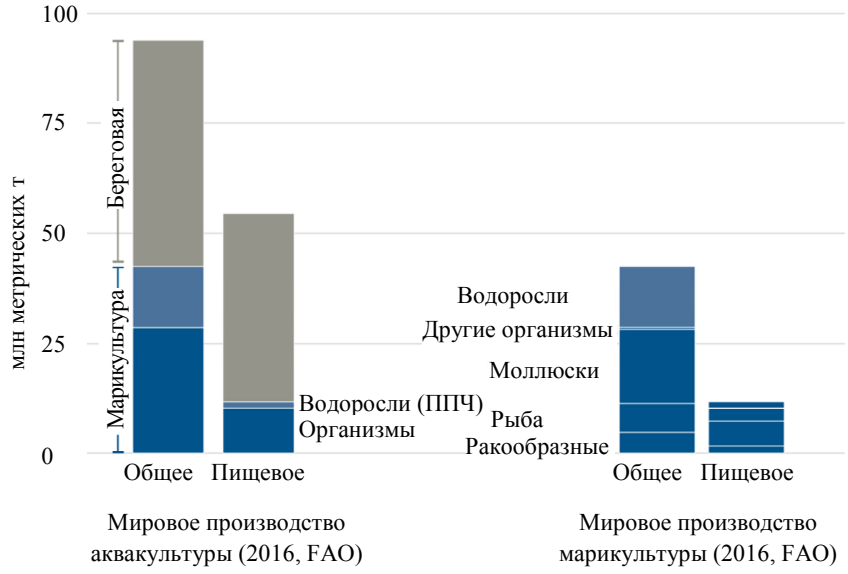


Рис. 1. Производство мировой аквакультуры и марикультуры в 2016 г. [3]:
ППЧ – прямое потребление человеком

Более половины производства марикультуры морских организмов – это моллюски, на рыбу и ракообразных приходится 23 %. Марикультура, как и пресноводная аквакультура, делится на два направления: производство без выращивания кормов (водоросли, моллюски-фильтраторы) и производство с использованием кормов (рыбные объекты, ракообразные и брюхоногие моллюски).

Существуют значимые различия в текущем состоянии и перспективах развития указанных направлений.

Марикультура с кормлением требует использования аквакультурных комбикормов с определенным содержанием белка, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов для роста водных организмов (рыба, креветка и т. д.) и обеспечения устойчивого производственного процесса.

Марикультура без кормления не нуждается в индустриальных комбикормах, т. к. морские водоросли и двустворчатые моллюски самостоятельно извлекают нутриенты из окружающей среды (например, фитопланктон) [1].

Развитие первого из указанных направлений более перспективно с точки зрения получения ценной пищевой продукции и стимулируется опережающим спросом, но имеет ограничения в части потребности в кормах. Марикультура без кормления производит преимущественно малоценные организмы, ее развитие также сдерживается экологическими факторами кормовой базы местной среды, повсеместно испытывающей пресс климатических изменений.

Аквакультура в настоящее время

Аквакультура является самым быстрорастущим сектором производства пищевой продукции, а индустриальное выращивание креветки – одним из заметных производственных направлений. В настоящее время объем производства аквакультурной креветки уже превышает объемы ее добычи рыболовством [4]. Так, если в 2016 г. во всем мире рыбаками было добыто 3 500 тыс. т креветки, то аквакультурой было произведено 5 364 тыс. т, в том числе в марикультуре – белоногой креветки (*Penaeus vannamei*) – 4 156 тыс. т, гигантской тигровой креветки (*Penaeus monodon*) – 701 тыс. т; в пресноводной аквакультуре – пресноводной восточной креветки (*Macrobrachium nipponense*) – 273 тыс. т, пресноводной гигантской креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) – 234 тыс. т [1].

Однако и добыча дикой, и выращивание аквакультурной креветки в условиях естественной природной среды (садки, пруды) испытывают определенные риски. Так, вирусные эпидемии середины 1990-х гг. и бактериальная эпидемия 2009–2015 гг. нанесли значительный ущерб производствам аквакультурных фермеров. Отраслевая рыбохозяйственная наука столкнулась с вызовом, поскольку стало очевидно, что устойчивое развитие направления далее невозможно без более эффективных биологических, экологических, генетических технологий, а также культивирования и селекции более резистентных видов.

Другое наиболее перспективное и экономически привлекательное направление аквакультуры – производство пресноводных тропических раков. Основные страны-производители тропического теплолюбивого рака (*Cherax quadricarinatus*) – Белиз, Китай, Индонезия, Израиль, Марокко, Панама, Испания и США [5]. Аквакультурный объем производства *Cherax quadricarinatus* находится на уровне: Австралия – менее 400 т/год; Мексика – 50 т; Белиз, Панама и США – менее 10 т. Значительное производство развернуто в Эквадоре, Марокко и в Испании, но объемы их производств неизвестны [6].

Главный лимитирующий фактор развития производства тепловодной аквакультурной продукции в России – отсутствие биотехнологических норм и собственных сбалансированных кормов для производства.

При товарном получении продукции тропических пресноводных раков и креветок особое внимание необходимо уделять подбору оптимальных режимов выращивания, т. к. имеются различия в аспектах подготовки водоема из-за разнообразия критериев эффективности отдельных используемых методов [7–9].

Биологический и аквакультурный потенциал тропических пресноводных раков и креветок в значительной степени зависит от качества комбикормов [10]. Так, креветкам необходимы корма с содержанием белка в кормовой смеси около 40–60 %, ракам – до 50 %. В качестве источников белка подходят мясо кальмара, соевая и креветочная мука и некоторые виды рыбной муки. Состав белков корма должен удовлетворять потребностям в незаменимых аминокислотах: фенилаланине, лизине, гистидине, аспарагиновой кислоте, треонине, валине, метионине, изолейцине, лейцине и триптофане; необходимо наличие в кормах незаменимых жирных кислот. Очень важно присутствие кислот линоленового ряда.

Эффективность использования углеводов зависит от их источника. Так, крахмал усваивается креветками гораздо лучше, чем простые сахара. В кормовой смеси необходимо присутствие около 0,5 % стеролов, т. к. креветки их не синтезируют, однако высокое их содержание в кормах приводит, в частности, к задержке роста креветок.

Обязательно наличие в кормах витаминов, минеральных компонентов и микроэлементов.

В качестве живого корма для креветок на ранних стадиях развития при отсутствии артемии можно использовать морских коловраток, для раков – мелкие формы зоопланктона и обрастания. Чтобы сделать максимально эффективными полуинтенсивные условия культивирования, необходимо вводить дополнительное питание. Именно достаточность кормовой базы, соответствующая требованиям организма тропических видов на разных этапах развития, в значительной степени определяет эффективность их выращивания. Те же рекомендации относятся к интенсивной технологии: именно состав комбикорма определяет успешное получение товарной продукции.

Цель нашего исследования – уточнение биотехнологических нормативов прудового и бассейнового выращивания ракообразных для восполнения пробела в специальных методических указаниях по технологическим аспектам. При товарном получении продукции тропических пресноводных раков и креветок особое внимание необходимо уделять подбору оптимальных режимов выращивания, т. к. имеются различия в аспектах подготовки водоема из-за разнообразия критериев эффективности отдельных используемых методов [7–9].

Материалы и методы

Технологии выращивания [9–12] на полуинтенсивной и интенсивной основе способствуют увеличению биологического и аквакультурного потенциала тропических пресноводных раков и креветок. Однако существует необходимость в детальной проработке отдельных биотехник, касающихся применения эффективных кормовых рационов, контроля за процессом содержания в прудовых и бассейновых условиях для получения товарной продукции, формирования маточного стада и получения потомства в период летнего и зимнего содержания.

Исследования прудового выращивания ракообразных проводили на опытных прудах (площадью 1,0 га) предприятия «Современный рыбоводный комплекс "Шараповский"» (Астраханская обл.); на базе кафедры «Аквакультура и рыболовство» Астраханского государственного технического университета (АГТУ) и инновационного центра «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» проводили исследования по выращиванию ракообразных в бассейновых условиях.

На прудах рыбоводного комплекса, где проводили выращивание ракообразных на мелких участках для линяющих особей были созданы убежища из веток и черепицы. В качестве посадочного материала были взяты 6 000 шт. молоди австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) и 2 000 шт. молоди пресноводных креветок (*Macrobrachium rosenbergii*).

На основе многолетнего опыта разведения раков и креветок в Астраханской области кроме естественной кормовой базы молоди предлагают влажный корм в виде охлажденного фарша из доступных компонентов (различных круп и рыбы частиковых пород). Нами был изготовлен однородный фарш на основе круп и рыбы с добавлением овощей, в охлажденном виде его скармливали ракам и креветкам в вечернее время (т. к. в дневное они находятся в укрытиях). В корм добавляли витамин С дозировкой 175 мг/100 г корма, что позволяет увеличить выживаемость личинок до 40 %.

Влажный корм раскладывали на кормушках, размещенных с двух сторон пруда. Состав корма приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав кормов для австралийских раков и пресноводных креветок

Компоненты	Сухой комбикорм	Фарш
Компоненты животного происхождения:		
мотыль	+	–
креветки, раки	+	–
артемия	+	–
рыбная мука	+	+
сорная рыба	–	+
Компоненты растительного происхождения:		
ламинария	+	–
мука пшеничная	+	+
овсяные хлопья	–	+
рис	–	+
морковь	+	+
тыква	–	+
витграсс	+	–
дубовые листья	+	–
чеснок сушеный	+	+
Минеральные вещества и витаминные добавки:		
кальциевая добавка (скорлупа яичная)	+	–
витамин С	+	–
Жировые добавки:		
рыбий жир	+	–
витамин Е	+	–
Новые компоненты корма:		
солерос солончаковый	+	–

Для повышения биопродуктивности прудов и стимулирования развития кормовых планктонных и бентосных организмов пруды предварительно выводили на летование, после чего вносили органические удобрения [9]. Суточный пищевой рацион раков и креветок состоял из влажного корма (75 %), естественного корма (25 %) и составлял 50 % от общей массы посадочного материала.

Ориентируясь на ранее разработанные рецептуры, в сухой комбикорм для выращивания ракообразных в бассейновых условиях ввели компоненты растительного и животного происхождения для эффективного использования корма и достижения лучшего результата [11–13].

Впервые при разработке комбикорма для пресноводных раков и креветок в рецептуру вводили солерос солончаковый (*Salicornia perennans* Willd). Это растение-галофит, таксономический статус которого длительное время определялся в составе семейства Маревые или Лебедовые (*Chenopodioídeae*), и многие ученые традиционно придерживаются этой номенклатуры, однако в соответствии с современной классификацией солерос переместился в семейство Амарантовые (*Amaranthaceae*) [14–17]. Собственно научное название *Salicornia* является комбинацией двух латинских слов: *sal* (соль) и *cornu* (рог), что и определяет основные свойства растения, т. к. корни и стебли травы содержат алкалоиды салигерпин и саликорнин, также корни богаты флавонои-

дами, в надземной части растения содержатся холин, бетаин, флобафен, аскорбиновая кислота, антоциан, бета-цианидин, сахароза, дубильные вещества, оксалаты, смоляные и жирные кислоты, растворимые сернокислые соли калия, натрия, магния, хлорид и карбонат натрия, бромид, иодид магния. Научные работы в области использования *Salicornia* позволяют сделать вывод о возможности применения растения в качестве заменителя пищевой соли в кормах [18–21].

Образцы солероса солончакового были предоставлены компанией ООО «Саликорния Нутришн» в виде готовой добавки, которая использовалась в качестве минеральной добавки и источника соли. Солерос солончаковый вносился в гидратированном виде (1 : 1,5) путем распыления на предварительно смешанные компоненты комбикорма.

Корма по питательным свойствам различаются в зависимости от массы и условий выращивания: стартовый корм для молоди ракообразных на начальных стадиях развития должен содержать 40 % протеина; продукционный, для взрослых особей, в виде фарша (влажный, охлажденный) – 25–30 % протеина при высокой кормовой базе и 40 % при низкой кормовой базе; при переводе из прудовых условий в бассейновые на зимнее содержание взрослых особей необходимо кормить сухим комбикормом с содержанием протеина до 40 % (рис. 2).

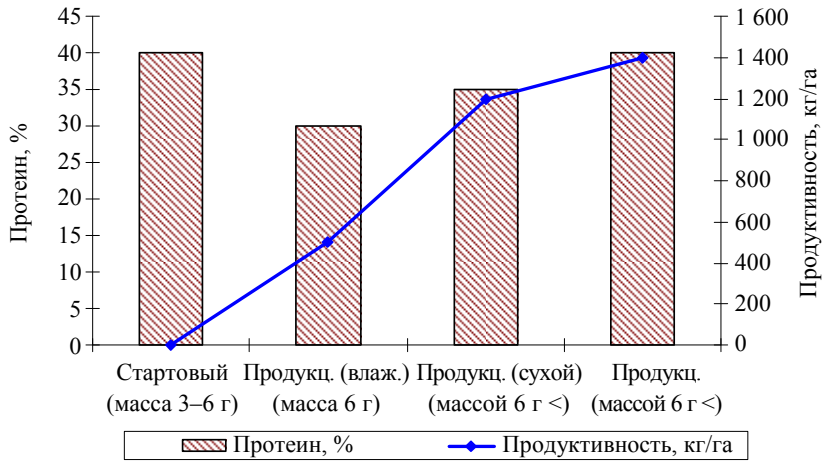


Рис. 2. Питательные свойства кормов при разном режиме кормления и выращивания

Во время вегетационного периода, проходящего в условиях жаркого лета, существенную роль при содержании ракообразных имеет гидрохимический режим, т. к. в придонном слое прудов накапливаются аммиак, нитратный азот, а в жаркие дни – и сероводород, в таких случаях усиливают аэрацию прудов. Кроме того, раки и креветки чувствительны к недостатку растворенного в воде кислорода, поэтому его содержание определяли регулярно.

Облов прудов проводили в начале сентября, до начала похолодания, температура воды при вылове составила 21 °С. Учет товарной продукции (креветок и раков) проводился поштучным методом, перед транспортировкой ракообразные содержались в бассейнах размером 2 × 3 м (рис. 3).



а *б*

Рис. 3. Содержание и учет ракообразных в аквакультуре:
а – бассейн для временного содержания; *б* – учет поштучным методом

Часть произведенной продукции была перевезена в аквакомплекс АГТУ, в период зимнего содержания раки и креветки были переведены в бассейновые условия.

Для транспортировки до места назначения использовались пластиковые контейнеры и аэраторы для контроля необходимого уровня насыщенности кислородом.

Для зимования ракообразных использовали рыбоводные емкости объемом 400 л, оснащенные водоподогревом, укрытиями в виде керамических домиков и подтопленных дубовых коряг. Перевод особей на сухой комбикорм произвели на вторые сутки.

В ходе эксперимента изучены основные показатели выращивания объектов тепловодной аквакультуры [22, 23], физиолого-биохимический статус выращенных объектов определяли согласно общепринятым методикам [24], гемолимфа отбиралась одноразовым шприцем прижизненно.

Полученные данные подвергалась статистической обработке.

Результаты исследований

Оценку эффективности выращивания проводили при помощи рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей, положительный эффект выращивания в прудах и бассейнах зафиксирован в примерных биотехнологических нормативах выращивания тепловодных объектов в прудах Астраханской области (табл. 2).

Таблица 2

Рыбоводно-биологические нормативы выращивания пресноводных ракообразных в прудах

Показатель	*Cherax quadricarinatus*	*Macrobrachium rosenbergii*
Площадь пруда, га	1	1
Кислород, O^2 г/л	6,3	7,2
Прозрачность, см	31	31
Содержание кислорода, мг/дм³	7,5	7,0
Активная реакция среды (pH)	7,0–8,2	7,0–7,3
Биомасса зоопланктона и зообентоса, г/м³/ г/м²	≥ 3,0 / ≥ 4,0	≥ 3,0 / ≥ 4,0
Температура воды, ºС	27–28	27–28
Плотность посадки молоди, тыс. шт./га: без кормления с кормлением	 6,0 15,0	 5,0 20,0
Кормление, раз/сут	1	1
Прикорм	фарш	фарш
Выживаемость, %	90	90
Выход продукции, кг/га: без кормления с кормлением	 400 до 1 000	 500 до 1 000
Конечная масса, г	> 90	> 100
Период выращивания, сут	120	120

В результате выращивания за 4 месяца была получена товарная продукция средней массой 95 г (австралийские раки) и 115 г (пресноводные креветки), рыбопродуктивность при дополнительном кормлении и оптимальном уровне естественной кормовой базы составила около 10,0 ц/га.

В ходе экспериментальной работы изучен наиболее информативный физиолого-биохимический биоиндикатор гемолимфы – показатель функционального состояния ракообразных, биомаркер качества условий среды обитания – белок гемолимфы [24], результаты физиологического состояния ракообразных представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели пресноводных ракообразных при прудовом выращивании

Показатели*	*Cherax quadricarinatus*	*Macrobrachium rosenbergii*
Рыбоводно-биологические: начальная масса, г конечная масса, г абсолютный прирост, г	 5,0 ± 1,5 115,3 ± 4,6 110,3	 5,0 ± 3,5 95,7 ± 6,5 90,7
Физиолого-биохимические: общий белок, г/л холестерин, ммоль/л бета-липопротеиды, г/л выживаемость, %	 40,8 ± 4,5 3,2 ± 0,6 0,8 ± 0,2 80	 50,3 ± 4,7 5,04 ± 0,2 1,4 ± 0,5 75

* Различия достоверны при $p \leq 0,01$.

В результате анализа состава гемолимфы ракообразных было выявлено, что референтные значения белка варьируют в пределах – 40,8–50,3 г/л. Содержание биоиндикатора товарных австралийских раков, выращенных в прудовых условиях, составило 40,8 ± 4,5, креветок 50,3 ± 4,7. Выявленные высокие значения биоиндикатора свидетельствуют об оптимальных условиях прудового выращивания ракообразных, что согласуется с данными других авторов [17].

На втором этапе экспериментальной работы часть особей австралийских раков и пресноводных креветок выращивали в бассейновых условиях, бионормативы содержания представлены в табл. 4.

Таблица 4

Бионормативы выращивания ракообразных в рыбоводных емкостях

Биотехнологические показатели	***Cherax quadricarinatus***	***Macrobrachium rosenbergii***
Объем емкости, $м^3$	4	4
Уровень воды, см	30	70
Активная реакция среды, pH	7,4	7,4
Содержание O_2, мг/л	6,5–7,0	7,0–7,4
Критическое насыщение кислорода, %	60	40
Количество водных потерь, %	25	25
Прозрачность, см	31	31
Температура воды, ºС	24–27	24–27
Плотность посадки молоди, $шт/м^2$:		
20–30 г	175	275
30–45 г	70	85
Кормление, раз/сут	2	2
Плавучесть используемого корма	тонущий сухой комбикорм, отрицательная плавучесть	
Период выращивания, сут	120	

Переведенных на зимнее содержание в бассейновые условия ракообразных кормили сухим комбикормом собственной рецептуры с добавлением растительной кормовой добавки (*Salicornia perennans* Willd), которая придает корму солоноватый вкус (см. табл. 1: сухой комбикорм).

В ходе эксперимента была отмечена положительная реакция на корм. Наиболее привлекательным комбикорм оказался для пресноводной креветки: особи охотно поедали корм, дружно реагировали на подачу корма, в то время как у раков реакция на корм была более сдержанной, что отразилось на основных показателях.

Подобранные компоненты комбикорма снижают степень отхода в период адаптации к искусственным условиям и положительно влияют на прирост, однако более высокий темп роста и выживаемость наблюдались у пресноводной креветки.

Результаты демонстрируют степень положительного воздействия и эффективность разработанного комбикорма с добавлением солероса солончакового, который улучшает использование корма в практическом плане, при значении кормового коэффициента 0,8–0,9 ед.

Однако, по нашему мнению, именно такой комбикорм был наиболее привлекательным для креветок из-за солоноватого привкуса, что соответствует вкусам особей этого вида (табл. 5).

Таблица 5

Показатели выращивания ракообразных в рыбоводных емкостях, зимнее содержание

Показатели*	***Cherax quadricarinatus***	***Macrobrachium rosenbergii***
Рыбоводно-биологические показатели:		
Масса особей, г:		
начальная	28,5 ± 3,7	29,6 ± 3,9
конечная	43,3 ± 3,0	49,7 ± 3,9
Длина особей, см:		
начальная	40,8 ± 0,9	18,1 ± 1,4
конечная	63,36 ± 2,9	28,8 ± 1,8
Абсолютный прирост, г	14,8	20,1
Кормовой коэффициент	0,9	0,8
Физиолого-биохимические показатели :		
Общий белок, г/л:		
в начале	29,4 ± 4,2	36,1 ± 5,6
в конце	35,7 ± 5,0	42,2 ± 4,1
Холестерин, ммоль/л:		
в начале	2,1 ± 0,9	4,87 ± 0,2
в конце	3,4 ± 0,2	4,3 ± 0,9
Бета-липопротеиды, г/л:		
в начале	0,6 ± 0,2	1,35 ± 0,05
в конце	1,4 ± 0,2	3,2 ± 0,08
Выживаемость, %	90	100

*Различия достоверны при $p \leq 0,01$.

Перевод ракообразных на зимнее содержание сопровождался периодом адаптации к бассейновым условиям: содержанием без кормления в течение двух суток и переводом на кормление сухим комбикормом. Транспортировка ракообразных и перевод из естественных условий в искусственные отразились на содержании (снижением) белка в гемолимфе у раков и креветок в 1,3–1,4 раза соответственно по сравнению с аналогичным показателем в условиях прудового выращивания.

Необходимо отметить, что на всем протяжении выращивания особи содержались в оптимальных условиях, в том числе не испытывали недостатка в питательных веществах при кормлении сухим комбикормом, о чем свидетельствуют данные табл. 5; в конце эксперимента зафиксировано увеличение содержания белка в гемолимфе у раков и креветок до 35,7 и 42,2 г/л соответственно, что позволяет положительно оценить качество применяемого сухого комбикорма.

Заключение

Значительную степень эффективности выращивания ракообразных в прудовых условиях определяет доступность полноценной кормовой базы. В случае низкой концентрации биомассы естественной кормовой базы необходимо дополнительно организовать прикорм в виде фарша на основе круп, рыбы, овощей. Те же рекомендации относятся и к интенсивной технологии: именно состав комбикорма определяет успешность перевода из естественных условий на зимнее содержание. Ключевым моментом при выборе компонентов являются растительные добавки, которые делают комбикорм привлекательным для ракообразных, чем обеспечивают успешный период адаптации выращиваемых объектов к условиям искусственного содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *The State* of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals. FAO. URL: http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf (дата обращения: 03.02.2020).

2. *How* to Feed the World in 2050: High-Level Expert Forum. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf (дата обращения: 04.02.2020).

3. *Costello C., Cao L., Gelcich S., Cisneros M. A., Free C. M., Froehlich H. E., Golden C. D., Ishimura G., Macadam-somer I., Maier J. et al.* The future of food from the Sea. World Resources Institute. URL: https://www.oceanpanel.org/future-food-sea (дата обращения: 04.02.2020).

4. *Timothy W. Flegel.* A future vision for disease control in shrimp aquaculture // Journal of the World Aquaculture Society. 2019. N. 50. P. 249–266.

5. *FAO* yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017. URL: http://www.fao.org/ fishery/statistics/programme/publications/all/ru (дата обращения: 14.02.2020).

6. *Cultured* Aquatic Species Information Programme Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868). URL: http://www.fao.org/fishery/ culturedspecies/Cherax_quadricarinatus/en#tcNA00FE (дата обращения: 14.02.2020).

7. *Daniels W. H., D'Abramo L. R., Fondren M. W., Durant M. D.* Effects of stocking density and feed on pond production characteristics and revenue of harvested freshwater prawns Macrobrachium rosenbergii stocked as size-graded juveniles // Journal of the World Aquaculture. 1995. N. 26 (1). P. 38–47.

8. *Jones C. M.* The Biology and Aquaculture Potential of the Tropical Freshwater Crayfish, Cherax quadricarinatus // Information Series, QI90028. Brisbane: Queensland Department of Primary Industries, 1990. P. 109.

9. *Лагуткина Л. Ю., Кузьмина Е. Г., Бирюкова М. Г., Першина Е. В.* Биопродуктивность прудов VI рыбоводной зоны // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2019. № 4. С. 87–94.

10. *Лагуткина Л. Ю., Пономарев С. В.* Марикультура. Культивирование креветок. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. 72 с.

11. *Пат. RU 2437566 C1.* Комбикорм для тропических раков и пресноводных креветок / Лагуткина Л. Ю., Пономарев С. В., Пахомов М. М.; заявл. № 2010126498/13 от 28.06.2010; опубл. 27.12.2011.

12. *Лагуткина Л. Ю., Мартьянов А. С., Степанов Р. В., Шейхгасанов К. Г.* Оптимизация технологии кормления австралийских раков с помощью рецептур экспериментальных кормов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 77–87.

13. *Лагуткина Л. Ю.* Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 67–78.

14. *Кузьмина Е. Г.* Обзор высших таксонов кл. Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. et Bolós 1957 в Нижней долине Волги и средней Азии // Ботаника и природное многообразие растительного мира: материалы Всерос. науч. Интернет-конф. с междунар. участием (Казань, 17 декабря 2013 г.). Казань: Изд-во ИП Синяев Дмитрий Николаевич, 2014. С. 114–118.

15. *Голуб В. Б., Кузьмина Е. Г.* Смены лесных сообществ в долине Нижней Волги // Естественные науки. 2000. № 2. С. 198–203.

16. *Голуб В. Б., Кузьмина Е. Г.* Новые данные о синтаксономии и экологии сообществ кл. Salicetea purpureae moor 1958 в долине Нижней Волги // Деп. в ВИНИТИ. 1996. № 2114-В96. С. 74.

17. *Голуб В. Б., Кузьмина Е. Г., Юрицына Н. А.* Сообщества с доминированием Tamarix ramosissima в долине Нижней Волги // Ukr. Phytosoc. Col. Kyiv, 1998. № 1 (9). С. 52–60.

18. *Исякаева Р. Р., Мажитова М. В., Голубкина Е. В., Деев Е. В., Таранина А. А.* Перспектива применения Salicornia perennans Willd в качестве заменителя пищевой соли // Молодые ученые в решении актуальных проблем современной физиологии: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (Астрахань, 14–15 ноября 2019 г.). Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2019. С. 10–12.

19. *Исякаева Р. Р., Голубкина Е. В., Хазова Н. А.* Возможность применения растения рода солерос (Salicornia) в качестве заменителя пищевой соли // Актуальные исследования висцеральных систем в биологии и медицине: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (Астрахань, 11–12 декабря 2018 г.). Астрахань: Изд-во АГУ, 2018. С. 35–37.

20. *Исякаева Р. Р., Мажитова М. В., Голубкина Е. В., Сухенко Л. Т., Хазова Н. А.* Изучение условий экстракции растения рода солерос (Salicornia) // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования: сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Астрахань, 21–24 ноября 2018 г.). Астрахань, 2019. С. 19–21.

21. *Горбунова Н. А., Туниева Е. К.* Мировые инновационные тенденции снижения содержания поваренной соли в мясных продуктах (обзор по материалам иностранных научно-исследовательских работ) // Все о мясе. 2014. № 5. С. 40–46.

22. *Лагуткина Л. Ю., Пономарев С. В.* Новый объект тепловодной аквакультуры – австралийский красно-клешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2008. № 6 (47). С. 220–223.

23. *Сальников Н. Е., Суханова М. Э.* Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000. 230 с.

24. *Сладовская С. В., Холодкевич С. В.* Общий белок в гемолимфе рака *Pontastacus leptodactylus* как показатель функционального состояния животных и биомаркер качества среды обитания // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. СПб.: Наука, 2001. Т. 47. № 2. С. 136–141.

Статья поступила в редакцию 28.02.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лагуткина Лина Юрьевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; lagutkina_lina@mail.ru.

Кузьмина Евгения Германовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры прикладной биологии и микробиологии; evg-kuzmina@yandex.ru.

Ахмеджанова Алия Баймуратовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории осетроводства и перспективных объектов аквакультуры; aliyaakhmed14@gmail.com.

Таранина Анна Александровна – Россия, 414041, Астрахань; ООО «Саликорния Нутришн»; зам. генерального директора; salicornian@gmail.ru.

Ясинский Виктор Сергеевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; студент направления 35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»; viktor.iasinskii@mail.ru.

Пономарев Родион Александрович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; студент направления 35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура»; rodionponomarev777@gmail.com.

PROVIDING FACTUAL SUPPORT FOR EFFICIENT TECHNIQUES OF BREEDING TROPICAL FRESHWATER SPECIES

L. Yu. Lagutkina[1], E. G. Kuzmina[1], A. A. Taranina[2], A. B. Akhmedzanova[1], V. S. Yasinskii[1], R. A. Ponomarev[1]

[1] Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

[2] "Salicornia Nutrition" LLC, Astrakhan, Russian Federation

Abstract. The article describes the possibility to grow tropical freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) and shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in the climatic conditions of the Astrakhan region during 3-5 months, with further wintering in the ponds of fish farms. To achieve the maximum effect of the semi-intensive and intensive cultivation conditions it is necessary to apply additional feeding, observe the norms of seeding density and the diets of crustaceans. In two series of experimental works conducted in 2019-2020 on the base of Astrakhan State Technical University and a small innovative enterprise Modern Fishbreeding Complex Sharapovsky there was studied the method of increasing the biological and aquaculture potential of fast-growing tropical freshwater crayfish and shrimps by adjusting feed diets, chilled wet feed, and native formula feed based on feed components of local raw materials. *Salicornia perennans* Willd, a halophyte plant, was introduced into the formulation for the first time. As a result of experimental works the recommendations on semi-intensive and intensive cultivation of tropical freshwater species have been formulated, the possibility of increasing biological and aquaculture productivity of grown objects has been considered, which is recorded in the fish-biological standards and general management processes.

Key words: *Cherax quadricarinatus*, *Macrobrachium rosenbergii*, feeding, wet feed, dry combined feed, components of local raw materials, salicornia.

For citation: Lagutkina L. Yu., Kuzmina E. G., Taranina A. A., Akhmedzanova A. B., Yasinskii V. S., Ponomarev R. A. Providing factual support for efficient techniques of breeding tropical freshwater species. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2020;2:94-105. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2020-2-94-105.

REFERENCES

1. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals. FAO.* Available at: http://www.fao.org/3/i9540en/i9540en.pdf (accessed: 03.02.2020).

2. *How to Feed the World in 2050: High-Level Expert Forum. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO.* Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_ in_2050.pdf (accessed: 04.02.2020).

3. Costello C., Cao L., Gelcich S., Cisneros M. A., Free C. M., Froehlich H. E., Golden C. D., Ishimura G., Macadam-somer I., Maier J. et al. *The future of food from the Sea. World Resources Institute.* Available at: https://www.oceanpanel.org/future-food-sea (accessed: 04.02.2020).

4. Timothy W. Flegel. A future vision for disease control in shrimp aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2019, no. 50, pp. 249-266.

5. *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017*. Available at: http://www.fao.org/fishery/statistics/programme/ publications/all/ru (accessed: 14.02.2020).

6. *Cultured Aquatic Species Information Programme Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868).* Available at: http://www.fao.org/fishery/ culturedspecies/Cherax_quadricarinatus/en#tcNA00FE (accessed: 14.02.2020).

7. Daniels W. H., D'Abramo L. R., Fondren M. W., Durant M. D. Effects of stocking density and feed on pond production characteristics and revenue of harvested freshwater prawns Macrobrachium rosenbergii stocked as size-graded juveniles. *Journal of the World Aquaculture*, 1995, no. 26 (1), pp. 38-47.

8. Jones C. M. *The Biology and Aquaculture Potential of the Tropical Freshwater Crayfish, Cherax quadricarinatus. Information Series, QI90028*. Brisbane, Queensland Department of Primary Industries, 1990. P. 109.

9. Lagutkina L. Iu., Kuz'mina E. G., Biriukova M. G., Pershina E. V. Bioproduktivnost' prudov VI rybovodnoi zony [Bioproductivity of ponds of VI fish zone]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2019, no. 4, pp. 87-94.

10. Lagutkina L. Iu., Ponomarev S. V. *Marikul'tura. Kul'tivirovanie krevetok* [Mariculture. Cultivation of shrimp]. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2005. 72 p.

11. Lagutkina L. Iu., Ponomarev S. V., Pakhomov M. M. *Kombikorm dlia tropicheskikh rakov i presnovodnykh krevetok* [Compound feed for tropical crayfish and freshwater shrimp]. Patent RU 2437566 C1.; 27.12.2011.

12. Lagutkina L. Iu., Mart'ianov A. S., Stepanov R. V., Sheikhgasanov K. G. Optimizatsiia tekhnologii kormleniia avstraliiskikh rakov s pomoshch'iu retseptur eksperimental'nykh kormov [Optimization of Australian crayfish feeding technology using experimental feed formulations]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 1, pp. 77-87.

13. Lagutkina L. Iu. Perspektivnoe razvitie mirovogo proizvodstva kormov dlia akvakul'tury: al'ternativnye istochniki syr'ia [Promising development of world production of fodder for aquaculture: alternative sources of raw materials]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2017, no. 1, pp. 67-78.

14. Kuz'mina E. G. Obzor vysshikh taksonov kl. Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. et Bolós 1957 v Nizhnei doline Volgi i srednei Azii [Review of higher taxons class Nerio-Tamaricetea Br.-Bl. et Bolós 1957 in Lower Volga and Central Asia]. *Botanika i prirodnoe mnogoobrazie rastitel'nogo mira: materialy Vserossiiskoi nauchnoi Internet-konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (Kazan', 17 dekabria 2013 g.)*. Kazan', Izd-vo IP Siniaev Dmitrii Nikolaevich, 2014. Pp. 114-118.

15. Golub V. B., Kuz'mina E. G. Smeny lesnykh soobshchestv v doline Nizhnei Volgi [Changes in forest communities in Lower Volga]. *Estestvennye nauki*, 2000, no. 2, pp. 198-203.

16. Golub V. B., Kuz'mina E. G. *Novye dannye o sintaksonomii i ekologii soobshchestv kl. Salicetea rurpureae moor 1958 v doline Nizhnei Volgi* [New data on syntaxonomy and ecology of communities cl. Salicetea purpureae moor 1958 in Lower Volga Valley]. Dep. v VINITI, 1996, no. 2114-V96. P. 74.

17. Golub V. B., Kuz'mina E. G., Iuritsyna N. A. Soobshchestva s dominirovaniem Tamarix ramosissima v doline Nizhnei Volgi [Communities dominated by Tamarix ramosissima in valley of Lower Volga]. *Ukr. Phytosoc. Col.* Kyiv, 1998. N. 1 (9). Pp. 52-60.

18. Isiakaeva R. R., Mazhitova M. V., Golubkina E. V., Deev E. V., Taranina A. A. Perspektiva primeneniia Salicornia perennans Willd v kachestve zamenitelia pishchevoi soli [Prospects for using of Salicornia perennans Willd as substitute for salt]. *Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem sovremennoi fiziologii: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Astrakhan', 14–15 noiabria 2019 g.).* Astrakhan', Izd. dom «Astrakhanskii universitet», 2019. Pp. 10-12.

19. Isiakaeva R. R., Golubkina E. V., Khazova N. A. Vozmozhnost' primeneniia rasteniia roda soleros (Salicornia) v kachestve zamenitelia pishchevoi soli [Possibility of using plants of Soleros (Salicornia) family as substitute for salt]. *Aktual'nye issledovaniia vistseral'nykh sistem v biologii i meditsine: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 11–12 dekabria 2018 g.).* Astrakhan', Izd-vo AGU, 2018. Pp. 35-37.

20. Isiakaeva R. R., Mazhitova M. V., Golubkina E. V., Sukhenko L. T., Khazova N. A. Izuchenie uslovii ekstraktsii rasteniia roda soleros (Salicornia) [Study of extraction conditions of plant of Soleros (Salicornia) family]. *Aktual'nye problemy nauki, proizvodstva i khimicheskogo obrazovaniia: sbornik materialov IKh Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (Astrakhan', 21–24 noiabria 2018 g.).* Astrakhan', 2019. Pp. 19-21.

21. Gorbunova N. A., Tunieva E. K. Mirovye innovatsionnye tendentsii snizheniia soderzhaniia povarennoi soli v miasnykh produktakh (obzor po materialam inostrannykh nauchno-issledovatel'skikh rabot) [Global innovative trends in reducing salt content in meat products (review of foreign research)]. *Vse o miase*, 2014, no. 5, pp. 40-46.

22. Lagutkina L. Iu., Ponomarev S. V. Novyi ob"ekt teplovodnoi akvakul'tury – avstraliiskii krasnokleshnevyi rak (Sherax quadricarinatus) [New object of warm-water aquaculture - Australian red claw crayfish (Cherax quadricarinatus)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2008, no. 6 (47), pp. 220-223.

23. Sal'nikov N. E., Sukhanova M. E. *Razvedenie i vyrashchivanie presnovodnykh krevetok na iuge Rossii* [Cultivation and breeding freshwater shrimp in south of Russia]. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2000. 230 p.

24. Sladovskaia S. V., Kholodkevich S. V. Obshchii belok v gemolimfe raka Pontastacus leptodactylus kak pokazatel' funktsional'nogo sostoianiia zhivotnykh i biomarker kachestva sredy obitaniia [Total protein in hemolymph of Pontastacus leptodactylus cancer as indicator of functional state of animals and biomarker of habitat quality]. *Zhurnal evoliutsionnoi biokhimii i fiziologii*. Saint-Petersburg, Nauka Publ., 2001. Vol. 47, no. 2, pp. 136-141.

The article submitted to the editors 28.02.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lagutkina Lina Yurievna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; lagutkina_lina@mail.ru.

Kuzmina Evgeniia Germanovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; evg-kuzmina@yandex.ru.

Akhmedzanova Aliya Baimuratova – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Researcher of Laboratory of Sturgeon Farming and Perspective Objects of Aquaculture; aliyaakhmed14@gmail.com.

Taranina Anna Aleksandrovna – Russia, 414041, Astrakhan; "Salicornia Nutrition", LLC; Deputy General Director; salicornian@gmail.ru.

Yasinskii Victor Sergeevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Student of direction 35.03.08. "Aquatic biological resources and aquaculture"; viktor.iasinskii@mail.ru.

Ponomarev Rodion Aleksandrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Student of direction 35.03.08. "Aquatic biological resources and aquaculture"; rodionponomarev777@gmail.com.