



## Биологические аспекты культивирования австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) в России

Обзорная статья  
УДК 639.517

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-3-80-92

**Борисов Ростислав Русланович** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия  
*E-mail:* borisovrr@mail.ru

**Жигин Алексей Васильевич** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»), Москва, Россия  
*E-mail:* azhigin@gmail.com

**Ковачева Николина Петкова** – доктор биологических наук, Москва, Россия  
*E-mail:* nikolinak@mail.ru

**Кряхова Наталия Владимировна** – кандидат биологических наук, начальник отдела аквакультуры беспозвоночных, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия  
*E-mail:* nvkryachova@mail.ru

**Никонова Ирина Николаевна** – ведущий специалист отдела аквакультуры беспозвоночных, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия  
*E-mail:* ranico@yandex.ru

**Адреса:**

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
2. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева») – Россия, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

**Аннотация.** Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) – один из перспективных объектов мировой аквакультуры. В статье, на основе выполненных исследований жизненного цикла, роста, критических значений температур, устойчивости к солености, кормовых предпочтений австралийского красноклешневого рака, рассмотрены современное состояние и перспективы культивирования этого вида в России. Определены слабые и сильные стороны современных технологий. Наиболее перспективными для культивирования австралийского красноклешневого рака являются южные регионы России, в которых возможно выращивание вида в летний период в прудовой аквакультуре более трех-четырёх месяцев при температурах выше 20 °С. Для повышения эффективности культивирования рекомендуется использовать технологии, совмещающие товарное прудовое выращивание с получением и подращиванием молоди в УЗВ.

**Ключевые слова:** австралийский красноклешневый рак, *Cherax quadricarinatus*, аквакультура, питание, соленость, температура, критические показатели, границы оптимума, УЗВ

**Для цитирования:** Борисов Р.Р., Жигин А.В., Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Никонова И.Н. Биологические аспекты культивирования австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) в России // Рыбное хозяйство. 2024. № 3. С. 80-92. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-3-80-92

## **BIOLOGICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF THE AUSTRALIAN RED-CLAWED CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868) IN RUSSIA**

**Rostislav R. Borisov** – doctor of Biological Sciences Leading Researcher of Invertebrates aquaculture division of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

**Aleksey V. Zhigin** – doctor of Agricultural Sciences, principal researcher; professor, of Invertebrates aquaculture division of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); professor of Aquaculture and Beekeeping department of Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

**Nikolina P. Kovacheva** – doctor of Biological Sciences, Moscow, Russia

**Nataliya V. Kryakhova** – Candidate of Biological Sciences Head of the Department of Invertebrates aquaculture division of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

**Irina N. Nikonova** – leading specialist of Invertebrates aquaculture division of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

**Addresses:**

1. Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okružnoy proezd, 19
2. Aquaculture and Beekeeping department of Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev – Russia, 127550 Moscow, Timiriazevskaia st., 49

**Annotation.** The Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) is one of the promising subjects of global aquaculture. In the article on the basis of studies of life cycle, growth, critical values of temperature, salinity tolerance, feeding preferences of Australian redclaw crayfish the current state and prospects of cultivation of this species in Russia are considered. The weaknesses and strengths of current technology are identified. The most promising for the cultivation of the Australian redclaw crayfish are the southern regions of Russia, where it

is possible to grow the species in summer in pond aquaculture for more than three to four months at temperatures above 20 °C. To achieve higher cultivation efficiency, it is recommended to use technologies that combine commercial pond rearing with the production and rearing of juveniles in a closed recirculation system.

**Keywords:** Australian redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, aquaculture, nutrition, salinity, temperature, critical indices, optimum boundaries, RAS

**For citation:** Borisov R.R., Zhigin A.V., Kovacheva N.P., Kryakhova N.V., Nikonova I.N. (2024). Biological aspects of cultivation of the Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in Russia // Fisheries. No. 3. Pp. 80-92. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-3-80-92

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на большое количество исследований, направленных на изучение биологии и возможности культивирования аборигенных видов речных раков, главным образом широкопалого и длиннопалого, в силу целого комплекса причин (биологических и экономических) опыт искусственного воспроизводства нативных видов раков в целом остается нереализованным. В сложившихся условиях, в качестве альтернативы выращиванию долгорастущих аборигенных видов речных раков, для повышения продуктивности аквакультуры ракообразных в России является введение в нее новых быстрорастущих тропических видов. Одним из них является австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) – достаточно крупный представитель речных раков с длиной тела до 20 см. Этот вид раков сравнительно недавно стал объектом разведения – работы по его культивированию были начаты в 80-х годах прошлого века, и его продуктивный потенциал еще не раскрыт в полной мере до настоящего времени. На территории Европейских стран и России, в качестве объекта аквакультуры и аквариумистики, этот вид появился еще позднее – в начале нынешнего столетия [1]. При этом хорошо известно, что с 1990-х годов в ряде стран с субтропическим и тропическим климатом красноклешневый рак акклиматизирован и используется в аквакультуре. К ним относятся Аргентина, Белиз, Израиль, Индонезия, Испания, Италия, Китай, Марокко, Мексика, Панама, США, Уругвай, Эквадор и ряд других государств [2; 3]. В Китай красноклешневый рак был завезен в 1992 г. и постепенно стал очень важным видом культивирования в интегрированной системе выращивания риса и водных животных [4]. На сегодняшний день австралийский красноклешневый рак отмечен в 67 странах/территориях, а его устойчивые популяции присутствуют в естественных водоемах 22 стран на всех континентах кроме Антар-



**Рисунок 1.** Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (слева) и длиннопалый рак *Pontastacus leptodactylus* (справа)

**Figure 1.** Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (leftward) and narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (rightward)

ктиды [5; 6]. Однако, несмотря на широкое распространение, объем производства этого вида все еще мал и составляет в среднем около 400 т в год [7].

В России, по имеющимся данным, впервые в качестве объекта аквакультуры австралийских красноклешневых раков начали разводить в Астраханской области в 2005 году. Там проводились работы по изучению его биологических особенностей и перспектив товарного выращивания [8-13]. Позднее в регионе проводились и другие исследования, направленные на более

глубокое изучение частных вопросов, касающихся методов разведения австралийских раков в южных регионах страны [14-20]. В дальнейшем интерес к разведению красноклешневого рака постепенно распространился на другие южные регионы России с относительно теплым и продолжительным летним периодом – в частности, в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской, Волгоградской областях, Республике Крым, где стали появляться единичные опытно-промышленные хозяйства пока с небольшим объемом производства – до 1 т раков в год. Использование установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) способствовало расширению возможности выращивания этого вида раков в более северных областях – Воронежской, Московской и даже Архангельской, а также в других регионах.

**Цель нашего исследования** – определение возможностей, преимуществ и недостатков австралийского красноклешневого рака как объекта аквакультуры в различных регионах России, с учетом особенностей биологии вида и абиотических условий регионов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты по исследованию влияния температуры и солености на рост, активность, потребление кормов и выживаемость австралийского красноклешневого рака выполнены в аквариальной отделе аквакультуры беспозвоночных ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», по прудовому выращиванию – на базе НЭКА «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ВНИРО и Центра аквакультуры «Взморье» Азово-Черноморского филиала ВНИРО. Для содержания и проведения экспериментальных работ в условиях УЗВ использовали ёмкости объемом 200 литров. Для очистки воды от продуктов азотистого обмена применяли внешние фильтры Eheim 2215 и 2260 (Германия). Гидрохимические показатели ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$ ) в период проведения соответствовали нормативам [21]. Для поддержания необходимых температур в экспериментах использовали нагреватели и проточные холодильники.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Окраска особей австралийского красноклешневого рака из природной среды преимущественно зеленовато-бурая с синими элементами и с желтыми пестринами. Участки между сегментами обычно выделены красным, голубым, оранжевым или розовым цветами. У раков, выращиваемых в искусственных условиях, в зависимости от состава кормов и условий содержания окраска может отличаться от

окраски особей, выросших в естественной среде [22]. Самцы австралийского красноклешневого рака, как правило, крупнее самок и демонстрируют более высокие темпы роста [23; 24], имеют более высокий выход мяса и привлекательную, с коммерческой точки зрения, яркую окраску. Отличительной особенностью самцов данного вида является ярко оранжевое пятно на внешней стороне клешни. В сравнении с нативными видами раков австралийский красноклешневый рак отличается более ярким и экзотическим видом (*рис. 1*), а также высокими вкусовыми качествами мяса, что позволяет позиционировать его на рынке в качестве элитного продукта. Мясо сосредоточено, главным образом, в абдомене (клешни небольшие) и имеет более плотную консистенцию, чем у длиннопалого рака. При этом, по данным К.Р. Томсона с соавторами [25], выход мяса у красноклешневого рака составляет 27,4% у самцов и 27,9% у самок, а по нашим данным – 31,9 и 32,8%, соответственно. Это примерно в полтора раза выше, чем у длиннопалого рака [26]. К коммерческим недостаткам можно отнести более твердые покровы (для разделки могут понадобиться специальные нож или ножницы) и менее яркую, чем у аборигенных видов, окраску после варки.

У австралийского красноклешневого рака, также как и у других видов речных раков, отсутствуют планктонные личиночные стадии. Самка вынашивает икру и молодь первых стадий на плеоподах под абдоменом (*рис. 2*). Молодь покидает самку на третьей стадии. Плодовитость красноклешневого рака может достигать 1000 яиц (в среднем от 300 до 800 яиц) на самку и зависит от размера особи [27; 28]. Это в среднем в 2-3 раза выше, чем у аборигенных видов раков, но существенно меньше, чем у имеющих планктонную личинку видов десятиногих ракообразных, плодовитость которых может достигать десятков и даже сотен тысяч яиц на самку. Относительно невысокая плодовитость речных раков делает необходимым для производства посадочного материала содержание большого маточного стада.

Речные раки обладают твердым, неподдающимся растяжению экзоскелетом. По этой причине рост и изменения в морфологии у них происходят только в результате линьки. В естественных условиях своего нативного ареала самцы австралийского красноклешневого рака могут достигать массы 500 г, а самки – 400 г [29], но при содержании в аквариуме раки редко приближаются к размерам выросших в естественной среде особей [30]. Изменения показателей массы и длины тела связаны между собой. Это позволяет производить рас-



**Рисунок 2.** Развитие икры и молоди австралийского красноклещевого рака: А – икра на плеоподах самки; Б – молодь первой стадии на плеоподах самки; В – молодь второй стадии на плеоподах самки; Г – молодь третьей стадии после схода с самки

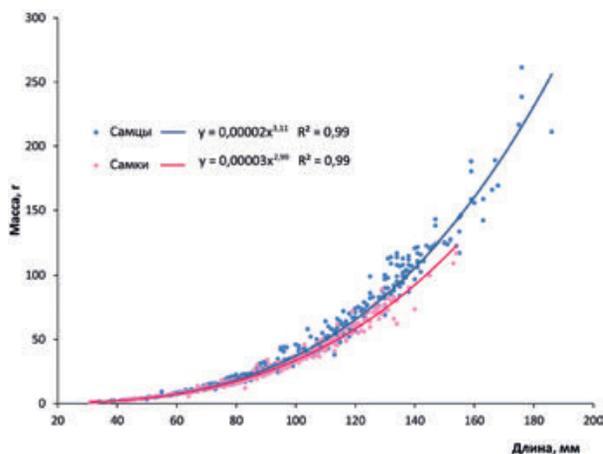
**Figure 2.** Development of eggs and juveniles of the Australian redclaw crayfish: А – eggs on the pleopods of the female; В – juveniles of first stage on the female's pleopods; В – juveniles of second stage on the female's pleopods; D – juveniles of third stage after leaving the female

чет длины или массы тела особей путем измерения лишь одного из названных параметров с определением пола, снижая физическое воздействие на раков при проведении бонитировочных мероприятий (рис. 3). При измерении длины чаще всего используются два варианта измерения: с учетом длины рострума (зоологическая длина) и без учета длины рострума (промысловая длина).

Для австралийского красноклещевого рака характерна высокая скорость роста. При благоприятных условиях особи могут достигать товарного размера за 6-8 месяцев с момента выхода из икры. Такие показатели роста в несколько раз выше, чем у аборигенных видов речных раков. Для достижения высоких скоростей роста ракам необходимы относительно высокие температуры, обильная и разнообразная кормовая база, а также низкая плотность содержания. При высоких плотностях содержания происходит значительное торможение скорости роста и угнетение отдельными «лидера-

ми» остальной части группы (рис. 4). Особенно сильно этот эффект проявляется при культивировании раков в условиях бассейнов при использовании УЗВ [31]. Снижению проявления этого негативного эффекта способствуют своевременные сортировки и рассадки раков, а также увеличение площади бассейнов для культивирования.

В условиях России главным ограничивающим фактором для культивирования австралийских красноклещевых раков является температурный режим водоемов. Будучи тропическим видом, красноклещевый рак хорошо чувствует себя при высоких температурах, но не выдерживает длительного пребывания при температуре ниже 10 °С [32; 33]. В ряде экспериментов было показано, что красноклещевые раки могут выдерживать в течение некоторого времени и более низкие температуры, но не могут перезимовать в условиях Европы [34]. В проведенных нами экспериментах (рис. 5) существенное снижение потребления корма раками отмечено при температуре ниже



**Рисунок 3.** Соотношение промысловой длины (измеряется без учета длины рострума) и массы тела у самцов и самок австралийского красноклешневого рака

**Figure 3.** The ratio of minimum allowable length (measured excluding rostrum length) and body weight in males and females of the Australian redclaw crayfish

18 °С. При температуре ниже 15 °С раки практически полностью отказались от пищи, но при этом сохраняли двигательную активность. При температуре 12 °С раки перестали реагировать на корм. При снижении температуры до 7-8 °С раки практически полностью утратили подвижность, но сохраняли при этом признаки жизни. При последующем постепенном повышении температуры первые случаи поедания раками кормов зафиксированы при значении выше 17 °С (рис. 5). Потребление корма раками оставалось на очень низком уровне до температуры 21 °С и постепенно восстановилось при достижении 25 °С (рис. 5).

В экспериментах по длительному содержанию красноклешневых раков при температурах 11-12, 14-15, 17-18, 19-20, 24-25 °С нами установлено, что снижение температуры содержания не приводит к полной блокировке линочных процессов, но уменьшает частоту линек и увеличивает продолжительность межлиночных периодов. При этом линьки при температурах 11-12 и 14-15 °С во всех случаях заканчивались гибелью особей. При температуре 11-12 °С раки полностью отказывались от пищи, а при 14-15 °С отмечены случаи питания, но его интенсивность была низкой. При температурах 17-18 и 19-20 °С особи питались активней, однако интенсивность питания и интерес к кормовым объектам при этих температурах был значительно ниже, чем при температуре 24-25 °С.

Снижение температуры негативно сказывается на интенсивности роста. Так, у молоди при

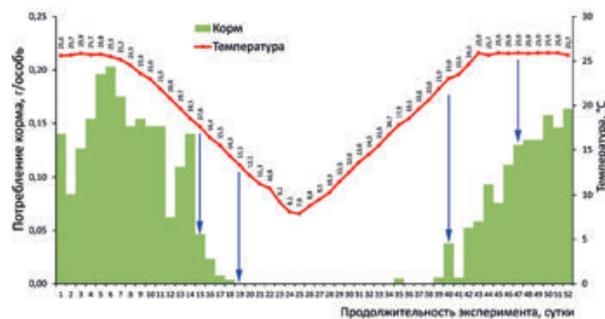
температурах ниже 20 °С происходит значительное снижение активности, скорости роста, устойчивости к болезням. Низкие температуры также блокируют репродуктивные функции. Проблемы с развитием икры могут наблюдаться уже при температуре ниже 21-22 °С [35], а для спаривания нужна температура выше 23 °С [29].

Оптимальным для австралийского красноклешневого рака, по нашим и литературным данным [36], является диапазон температуры воды от 23 до 31 °С, а для ускорения развития и роста молоди необходимо поддерживать температуру 27-29 °С.



**Рисунок 4.** Пример неравномерного роста молоди австралийского красноклешневого рака одного нереста в условиях УЗВ

**Figure 4.** Illustration of discontinuous growth of Australian redclaw crayfish juveniles from one spawning under RAS conditions



**Рисунок 5.** Динамика пищевой активности красноклешневых раков в зависимости от температуры; стрелками отмечены моменты существенного изменения в потреблении корма

**Figure 5.** Dynamics of food activity of redclaw crayfish depending on temperature; arrows indicate moments of significant changes in food consumption



**Рисунок 6.** Раки после вылова из прудов Центра аквакультуры «Взморье» Азово-Черноморского филиала ВНИРО

**Figure 6.** Crayfishes after harvesting from the ponds of the «Vzmorye» Aquaculture Center of the Azov-Black Sea Branch of VNIRO

Таким образом, вследствие чувствительности вида к низким температурам его неконтролируемое расселение возможно только в тропических и субтропических широтах в водоемах со стабильно высокими температурами. Смоделированный потенциальный ареал австралийского красноклешневого рака, основанный на климатических предпочтениях, не включает Европу [37]. Тем не менее, красноклешневые раки были зафиксированы в дикой природе в водоемах ряда европейских стран, где однако не образовали устойчивых популяций [38]. Приспособиться к круглогодичному существованию красноклешневые раки смогли в нескольких нетипичных для Европы термальных водоемах Словении и Венгрии [39; 40]. На основе имеющихся данных, можно предполагать, что на территории России, при проникновении австралийского красноклешневого рака в естественные водоемы, его воздействие на экосистемы будет небольшим и сопоставимым с влиянием нативных видов, а также будет ограничено летне-осенним периодом. Из-за суровых температурных режимов водоемов в зимний период риск образования устойчивых популяций отсутствует. Таким образом, он не может выступать в качестве конкурента нативных видов. Вместе с тем красноклешневый рак может представлять некоторую опасность как источник заболеваний. Хотя для этого вида зарегистрировано небольшое количество заболеваний, вопросы их лечения и профи-

лактики до сих пор недостаточно изучены и этот вопрос требует дополнительного внимания.

Одной из основных проблем на пути интенсификации культивирования красноклешневого рака является агрессивное поведение и каннибализм, свойственные большинству видов десятиногих ракообразных. Особенно сильно эти явления проявляются при повышенных плотностях посадки в бассейнах. Раки обладают плотными покровами, и в большинстве случаев жертвами каннибализма становятся особи во время линьки. Вместе с тем австралийские красноклешневые раки считаются менее агрессивными, чем большинство представителей североамериканских видов [41].

Снижению каннибализма и агрессии способствует установка в ёмкостях для культивирования субстратов и убежищ. Использование специализированных субстратов значительно увеличивает площадь поверхностей, по которым раки могут перемещаться, а также усложняет саму структуру пространства, за счет появления локальных преград и формирования ярусности. Это позволяет сократить количество контактов между раками, и, соответственно, увеличить возможности особей избежать агрессии, что особенно важно для недавно перелинявших раков. Однако применение даже большого количества субстратов и укрытий не позволяет полностью решить проблему каннибализма, а значит, данные меры должны сочетаться с подбором оптимальных плотностей посадки.

Благоприятным для аквакультуры свойством австралийского красноклешневого рака является устойчивость вида к колебаниям гидрохимических показателей (снижению концентрации растворенного кислорода, значительным изменениям рН в течение суток, низкой щелочности, повышению содержания аммония и нитритов) [28; 42; 43]. Красноклешневый рак также отличается эвригалинностью – взрослые особи на протяжении неопределенного времени выдерживают соленость воды до 5‰ и 15‰ в течение нескольких дней [42], а молодь, по нашим наблюдениям, может активно расти при солености до 10‰.

Исследования питания красноклешневого рака, в условиях естественной кормовой базы прудов Астраханской области, показали, что основу его рациона составляют различные растительные остатки, а основным источником белка являются макробеспозвоночные, в первую очередь – различные личинки насекомых [20].

Учитывая особенности климатических условий нашей страны, даже в самых южных регионах содержание производителей, получение и подращивание молоди осуществляются в отапливаемых помещениях в условиях УЗВ. При

этом в дальнейшем товарное выращивание может осуществляться либо в прудах хозяйств, либо в бассейнах УЗВ круглогодично. Продолжительность культивирования красноклешневого рака в прудах, при оптимальных температурах, от посадочного материала до товарной продукции составляет около 3-4 месяцев. В этой связи выращивание раков в прудах возможно только в регионах, в водоемах которых температура воды держится выше 20 °С три и более месяцев. Такие условия имеются в регионах, принадлежащих к V и VI зонам прудового рыбоводства. Повысить эффективность культивирования в прудах и использовать водоемы с меньшим периодом допустимых температур можно за счет использования прудов-теплиц и выпуска более крупного посадочного материала.

При этом, по мнению многих исследователей, единственным коммерчески выгодным методом культивирования красноклешневого рака пока остается прудовое выращивание, в том числе комбинированным способом в сочетании с УЗВ для получения и подращивания молоди. Основными преимуществами прудового выращивания являются высокие скорости роста раков, низкие показатели потерь в результате каннибализма и неравномерности роста, а также возможность минимизировать расходы на корма за счет использования раками естественной кормовой базы.

Практика прудового выращивания красноклешневого рака в условиях юга России показывает, что обычно используются плотности посадки молоди от 0,5 до 2,0 экз./м<sup>2</sup>. Практикуемая невысокая плотность посадки видимо объясняется ограниченным количеством подращенной молоди для высадки в имеющиеся пруды. Вместе с тем низкие плотности посадки позволяют минимизировать, за счет использования раками естественной кормовой базы водоемов, затраты на кормление и сохранить высокую скорость и равномерность роста на всем протяжении сезона культивирования (рис. 6).

Красноклешневые раки не занимаются активным строительством нор, тогда как разрушительное воздействие «строительной» деятельности некоторых видов речных раков является серьезной проблемой для прудов. При высоких плотностях посадки для раков в пруды устанавливаются искусственные убежища. Облов прудов в конце сезона может представлять определенную проблему в случае высокой степени их зарастания. При медленном сливе воды часть раков в пруду перемещается с основным уровнем водоема и может быть отловлена в сетчатый уловитель на вытоке, но если пруд имеет заросшее и неровное дно, то после спуска воды раки перестают двигаться с ее током. Интерес-

ной особенностью красноклешневых раков является их предпочтение двигаться против течения при наличии медленного, но устойчивого тока воды в пруду (рис. 7). Предполагают, что это адаптивная реакция на весенние паводки в их естественной среде обитания. Эта особенность раков позволяет применять для их отлова достаточно эффективный способ, который предполагает использование специальных потоковых ловушек [28; 31].

Выращивание товарных раков в бассейнах УЗВ сталкивается с рядом существенных сложностей, главной из которых, пожалуй, является необходимость значительного снижения плотности посадки на заключительных этапах культивирования. Это приводит к низкой ракопродуктивности, что на фоне затраченных капиталовложений и эксплуатационных затрат делает товарное выращивание раков в УЗВ недостаточно эффективным, по сравнению с выращиванием в прудах.

Главным недостатком прудового выращивания раков в условиях России является его сезонный характер. Частично сезонность получения урожая и, соответственно, поставок живой товарной продукции можно решить путем организации специализированных баз передержки, содержание раков в которых должно осуществляться с учетом особенностей биологии тропических видов при



**Рисунок 7.** Раки, пришедшие после осушения пруда к месту подачи воды в пруду НЭКА «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ВНИРО

**Figure 7.** Crayfish came after draining the pond to the water supply point in the pond of scientific experimental complex «BIOS» of the Volga-Caspian branch of VNIRO

температурах, достаточных для сохранения высокой жизнеспособности особей при минимизации интенсивности обменных процессов.

Для повышения эффективности выращивания, как в прудовых, так и в бассейновых условиях остро стоит вопрос разработки специализированных комбикормов для разных стадий их развития и технологических этапов. Австралийский красноклешневый рак всеяден, что дает возможность включать в состав кормов широкий спектр ингредиентов животного и растительного происхождения. Поэтому одним из перспективных путей замены дорогостоящей рыбной муки является использование в рецептуре комбикормов белка насекомых: личинок домовый мухи, черной львинки, добавки на основе биомассы растительного и животного планктона прудовых экосистем [22; 44; 45; 46]. Следует учитывать, что в установках замкнутого водоиспользования к качеству кормов должны предъявляться повышенные требования, поскольку в этом случае животные не имеют возможности пополнить свой рацион за счет использования естественной кормовой базы. Например, корма с содержанием протеина не менее 25% подходят для выращивания австралийского красноклешневого рака в прудах с естественной кормовой базой, а для его выращивания в УЗВ рекомендуются рецепты с содержанием белка не менее 35%.

Для повышения эффективности культивирования красноклешневого рака, как в прудовых, так и в бассейновых условиях могут быть применены различные методические подходы. К ним относятся: товарное выращивание однополых групп [47], применение поликультуры с рыбами [48-50], использование тепличных прудов под пленочным покрытием [51], объединение УЗВ с блоками для выращивания различных видов растений на гидропонике [52; 53].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Австралийский красноклешневый рак является перспективным видом аквакультуры, в первую очередь для южных регионов России, где возможно его культивирование в прудах в летний период. При этом важным является создание питомников по производству достаточного количества молоди в условиях УЗВ, а также использование бассейновых систем для предпродажного содержания раков. Имеющиеся данные и наработки позволяют заключить, что создание новых комбинированных подходов, а также оптимизация и совершенствование уже имеющихся методов культивирования позволят повысить рентабельность выращивания австралийского красноклешневого рака в условиях России.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Борисов Р.Р.** – идея работы, анализ данных, подготовка статьи; **Жигин А.В.** – подготовка статьи, анализ данных, проверка статьи; **Ковачева Н.П.** – общее руководство исследованиями, окончательная проверка статьи; **Кряхова Н.В.** – сбор и анализ данных, оформление статьи; **Никонова И.Н.** – сбор и анализ данных. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

Contribution to the authors' work: **Borisov R.R.** – idea of the work, data analysis, article production; **Zhigin A.V.** – article production, data analysis, article correction; **Kovacheva N.P.** – general research management, final correction of article; **Kryakhova N.V.** – collection and analysis of data, article production; **Nikonova I.N.** – data collection and analysis. All authors participated in the discussion of the results.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noel P.Y., Reynolds J.D., Haffner P. (2006). Atlas of Crayfish in Europe. Museum national d'Histoire naturelle. Paris. Patrimoines naturels. V. 64.
2. Rigg D.P., Seymour J.E., Courtney R.L., Jones C.M. (2020). A Review of Juvenile Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) Aquaculture: Global Production Practices and Innovation // Freshwater Crayfish. V. 25, № 1. Pp. 13-30. DOI:10.5869/fc.2020.v25-1.013
3. FAO (2024). *Cherax quadricarinatus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Jones C. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated 2011-10-10 [Cited Wednesday, January 17<sup>th</sup> 2024].
4. Hou Y., Jia R., Sun W., Ding H., Li B., Zhu J. (2023). Red Claw Crayfish *Cherax quadricarinatus* Cultivation Influences the Dynamics and Assembly of Benthic Bacterial Communities in Paddy Fields // Environments. V. 10, № 10. P. 178. DOI:10.3390/environments10100178
5. Sallehuddin A.S., Kamarudin A.S., Ismail N. (2021). Review on the global distribution of wild population of Australian Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) // Bioscience research. V. 18, № 2. Pp. 194-207.
6. Haubrock P., Oficialdegui F., Yiwen Z., Zeng Z., Patoka J., Yeo D.C.Y., Kouba A. (2021). The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots // Reviews in Aquaculture. V. 13. Pp. 1488-1530. DOI:10.1111/raq.12531
7. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950-2021 (FishstatJ). [Электронный ресурс] In: FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. Updated 2023. – Режим доступа: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (Дата обращения 20.12.23)
8. Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В. Новый объект тепловодной аквакультуры — австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2008. № 6 (47). С. 220-223.
9. Хорошко А.И. Патент № 2340173, Россия, МПК А01К 61/00 – Способ товарного выращивания

- тропических раков – № 2006142984/12, Заявл.: 04.12.2006.; Опубли.: 10.12.2008. – Бюл. № 34. 5 с.
10. Хорошко А.И., Ноздрина Л.Ю., Крючков В.Н. Организация селекционно-племенной работы с австралийским красноклешнёвым раком для создания высокопродуктивного стада производителей // Материалы XII Международной научной конф. «Биологическое разнообразие Кавказа. – Махачкала: Институт прикладной экологии. 2010. С. 411-412.
  11. Ноздрина Л.Ю., Хорошко А.И., Крючков В.Н. Методические подходы и организация селекционно-племенной работы с австралийским красноклешнёвым раком для создания высокопродуктивного стада производителей, адаптированного к климатическим условиям России // Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс: Док. мол. учёных в рамках программы «У.М.Н.И.К.». – Астрахань: Изд-во АГТУ. Т.2. 2010. С. 127–130.
  12. Ульянова А.С., Крючков В.Н., Хорошко А.И., Крючков А.В. О внедрении тропических видов в аквакультуру в южных регионах России // Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс: докл. мол. учёных в рамках программы «У.М.Н.И.К.» / АГТУ. – Астрахань: Изд-во АГТУ. 2010. Т.2. С. 138-141.
  13. Шокашева Д.И. Специфика многолетней доместики австралийского рака *Cherax quadricarinatus* в условиях западной части Российской Федерации // Известия ТИНРО. 2018. Т. 194. С. 188-192. DOI:10.26428/1606-9919-2018-194-188-192
  14. Крючков В.Н., Мельник И.В., Васильева Е.Г. Инверсия пола австралийского рака за счёт смещения от видового температурного оптимума // Естественные науки. 2015. № 3 (52). С. 103-108.
  15. Нгуен Т.Т., Крючков В.Н. Влияние температуры на развитие гонад австралийских раков *Cherax quadricarinatus* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 3. С. 110-115.
  16. Шокашева Д.И. Прудовое выращивание австралийского красноклешневого рака в условиях Астраханской области // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4, № 4 (16). С. 14-18.
  17. Kryuchkov V.N., Abugaliev D.K., Shokasheva D.I. (2017a). The study of australian red claw crayfish tolerance to the extreme conditions of cultivation // Modern Science. № 4-1. С. 12-15.
  18. Kryuchkov V.N., Khoroshko A.I. (2017b). Selection works with australian red claw crayfish cultivated in the south of Russia // Modern Science. № 4-1. С. 15-17.
  19. Пятикопова О.В., Харченко Н.Н., Бедрицкая И.Н., Анкешева Б.М., Тангатарова Р.Р., Романенкова Е.Н. Рекомендации по выращиванию молоди австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в промышленных условиях // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2023. Т. 210. № 7. С. 458-469. DOI: 10.33920/sel-09-2307-03.
  20. Воробьева Л.В., Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Пятикопова О.В. Пищевой спектр австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Decapoda, Parastacidae) в прудах Астраханской области // Инвазии. 2024. № 1. С.8-22.
  21. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение // М.: ВНИРО, 1999. 304 с.
  22. Жигин А.В., Загорская Д.С., Загорский И.А., Арыстангалиева В.А. Использование молоди комнатной мухи для кормления молоди австралийских красноклешневых раков // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 12. С. 33-37.
  23. Curtis M.C., Jones C.M. (1995). Observations on monosex culture of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens (Decapoda: Parastacidae) in earthen ponds // J. World Aquacult. Soc. V. 26, № 2. P. 154-159. DOI:10.1111/j.1749-7345.1995.tb00238.x.
  24. Manor R., Segev R., Leibovitz M.P., Aflalo E.D., Sagi A. (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture II. Growout in a separate cell system // Aquacultural Engineering. V. 26. P. 263-276. DOI:10.1016/S0144-8609(02)00035-3.
  25. Thompson K.R., Muzinic L.A., Yancey D.H., Webster C.D., Rouse D.B., Xiong Y. (2004). Growth, processing measurements, tail meat yield, and tail meat proximate composition of male and female Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*, stocked into earthen ponds // Journal of Applied Aquaculture. V. 16. P. 117-129.
  26. Александрова Е.Н. Научные подходы к доместики российских речных раков // Вестник РАСХН. 2014. №1. С. 57-61.
  27. Jones C.M. (1995). Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda, Parastacidae) I. Development of hatchery and nursery procedures. // Aquaculture. V. 138. P. 221–238. DOI:10.1016/0044-8486(95)00069-0.
  28. Masser M.P., Rouse D.B. (1997). Australian Red Claw Crayfish // SRAC Publication, № 244. P. 1-8.
  29. Lawrence C., Jones C. (2002). Chapter 17. Cherax. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich D.M. (Ed.) – UK, Oxford: Blackwell Science. P. 635-670.
  30. Хофштэттер К.В. Креветки и раки в аквариуме – М.: Аква-Принт, 2008. 118 с.
  31. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). – М.: Изд-во ВНИРО, 2013. 48 с.
  32. King C.R. (1994). Growth and survival of redclaw hatchlings (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cherax quadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture in Queensland // Aquaculture. V. 122. Pp. 75-80.
  33. Semple G., Rouse D., McLain K. (1995). *Cherax destructor*, *C. tenuimanus* and *C. quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae): a comparative review of biological traits relating to aquaculture potential // Freshwater Crayfish. V. 8. P. 495–503. DOI:10.5869/fc.1995.v8.495.
  34. Veselý L., Buřič M., Kouba A. (2015). Hardy exotics species in temperate zone: Can «warm water» crayfish

- invaders establish regardless of low temperatures?. Scientific Reports. 5:16340. P. 1-7. DOI:10.1038/srep16340.
35. King C.R. (1993). Egg development time and storage for redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens // Aquaculture. V. 109. Pp. 275-280. doi:10.1016/0044-8486(93)90169-y.
  36. Jones C.M., Grady J.A. (2000). Redclaw from Harvest to Market. A Manual of Handling Procedures // Freshwater Fisheries and Aquaculture Centre Walkamin Q 4872 Australia. 32 p.
  37. Larson E.R., Olden J.D. (2012). Using avatar species to model the potential distribution of emerging invaders // Global Ecology and Biogeography. V. 21, № 11. Pp. 1114-1125. DOI 10.1111/j.1466-8238.2012.00758.x.
  38. Holdich D.M., Reynolds J.D., Souty-Grosset C., Sibley P.J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species // Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst. V. 11. Pp. 394-395. DOI:10.1051/kmae/2009025.
  39. Jaklič M., Vrezec A. (2011). The first tropical alien crayfish species in European Waters: the redclaw *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (Decapoda, Parastacidae) // Crustaceana. V. 84. Pp. 651-665. DOI:10.1163/001121611X577936.
  40. Bláha M., Weiperth A., Patoka J., Szajbert B., Balogh E.R., Staszny Á., Ferincz Á., Lente V., Maciaszek R., Kouba A. (2022). The pet trade as a source of non-native decapods: the case of crayfish and shrimps in a thermal waterbody in Hungary // Environmental Monitoring and Assessment, V. 194. Pp. 1-12. DOI:10.1007/s10661-022-10361-9.
  41. Medley P.B., Rouse D.B., Brady Y.J. (1993). Interactions and disease relationships between Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in communal culture ponds // Freshwater Crayfish. V. 9. Pp. 50-56.
  42. Jones C.M. (2000). Redclaw Crayfish Aquaculture. Recommended Practices for Redclaw Crayfish Aquaculture based on Research and Development Activities, 1998 through 2000. Cairns, Australia. Queensland Government, Department of Primary Industries and Fisheries. 61 p.
  43. Пятикопова О.В., Анкешева Б.М., Тангатарова Р.Р., Бедрицкая И.Н. Гидрохимические условия выращивания австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в Астраханской области // Водные биоресурсы и среда обитания. 2022. Т. 5, № 3. С. 32-47. DOI: 10.47921/2619-1024\_2022\_5\_3\_32.
  44. Лагуткина Л.Ю., Пономарёв С.В., Пахомов М.М. Патент № 2437566, Россия, МПК А23К 1/18(2006.01) А23К 1/16 – Комбикорм для тропических раков и пресноводных креветок № 2010126498/13. Заявл. 28.06.2010; Оpubл. 27.12.2011.
  45. Антонов А.М., Пастухова Н.О., Киселева Н.А. Высокобелковый комбикорм для австралийских красноклешневых раков // Патент РФ 2 780 538 С1 СПК А23К 50/80 (2022.05) Заявл.: 2022100082, 10.01.2022 Оpubл.: 27.09.2022.- Бюл. № 27.
  46. Никонова И.Н., Борисов Р.Р., Баскакова Ю.А., Артемов А.В. Подбор комбикормов для культивирования молоди речных раков // Мат. второй Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке». – М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИРО». 2024. С. 230-236.
  47. Rodgers L.J., Saoud P.I., Rouse D.B. (2006). The effects of monosex culture and stocking density on survival, growth and yield of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in earthen ponds // Aquaculture. V. 259. P. 164–168. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.11.056.
  48. Karplus I., Harpaz S., Hulata, Segev, Barki A. (2001). Culture of the australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in israel IV. Crayfish incorporation into intensive tilapia production units // Isr. J. Aquacult. Bamidgeh. V. 53, № 1. Pp. 23-33. DOI: 10.46989/001c.20294.
  49. Safitri A. D., Mujtahidah T., Sari N. (2022). The effect of stocking density of freshwater lobster (*Cherax quadricarinatus*) the growth of gouramy (*Osphronemus gouramy*) in polyculture system // Asian Journal of Aquatic Sciences. V. 5, № 2. 200-208. DOI: https://doi.org/10.31258/ajoa.5.2.200-208.
  50. Liu B., Zhang K., Wang G., He X. (2023). A Study on Nitrogen and Phosphorus Budgets in a Polyculture System of *Oreochromis niloticus*, *Aristichthys nobilis*, and *Cherax quadricarinatus* // Water. V. 15, № 15. 2699. DOI:10.3390/w15152699.
  51. Егорова В.И., Крючков В.Н., Волкова И.В., Томокала Б.П. Развитие фито- и зоопланктона в тепличных прудах, предназначенных для культивирования тропических Decapoda // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 7-14.
  52. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2011. 664 с.
  53. Калайда М.Л., Ибрагимова Г.Д., Степанова В.П. Оценка эффективности заселения молодь красноклешневых раков (*Cherax quadricarinatus*) искусственных трубчатых укрытий // Сб.: Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань, 2021. С. 426-429.

## LITERATURE AND SOURCES

1. Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noel P.Y., Reynolds J.D., Haffner P. (2006). Atlas of Crayfishin Europe. Museum national d'Histoire naturelle. Paris. Patrimoines naturels. V. 64.
2. Rigg D.P., Seymour J.E., Courtney R.L., Jones C.M. (2020). A Review of Juvenile Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) Aquaculture: Global Production Practices and Innovation // Freshwater Crayfish. V. 25, № 1. P. 13–30. DOI: 10.5869/fc.2020.v25-1.013
3. FAO (2024). *Cherax quadricarinatus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Jones, C.. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated 2011-10-10 [Cited Wednesday, January 17<sup>th</sup> 2024].
4. Hou Y., Jia R., Sun W., Ding H., Li B., Zhu J. (2023). Red Claw Crayfish *Cherax quadricarinatus* Cultivation Influences the Dynamics and Assembly of Benthic Bacterial Communities in Paddy Fields // Environ-

- ments. V. 10, № 10. P. 178. DOI:10.3390/environments10100178
5. Sallehuddin A.S., Kamarudin A.S., Ismail N. (2021). Review on the global distribution of wild population of Australian Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) // Bioscience research. V. 18, № 2. P. 194-207.
  6. Haubrock P., Oficialdegui F., Yiwen Z., Zeng Z., Patoka J., Yeo D.C.Y., Kouba A. (2021). The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots // Reviews in Aquaculture. V. 13. P. 1488-1530. DOI:10.1111/raq.12531
  7. Fishery and Aquaculture Statistics. Global aquaculture production 1950-2021 (FishstatJ). [Electronic resource] In: FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. Updated 2023. – Режим доступа: www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en (Date of application 20.12.23)
  8. Lagutkina L.J., Ponomarev S.V. A new object of warm water aquaculture – Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2008. № 6 (47). Pp. 220–223. (In Russ.).
  9. Khoroshko A. I. Patent № 2340173 Int. Cl. A01K 61/00 (2006.01); Application: 2006142984/12, 04.12.2006.- Date of publication: 10.12.2008 Bull. 34, 5 p. (In Russ.).
  10. Khoroshko A.I., Nozdrina L.J., Kryuchkov V.N. Organization of breeding work with Australian red-clawed crayfish to create a highly productive herd of producers // Materials of the XII International Scientific Conference. Biological diversity of the Caucasus. – Makhachkala: Institute of Applied Ecology. 2010. Pp. 411–412. (In Russ.).
  11. Nozdrina L.J., Khoroshko A.I., Kryuchkov V.N. Methodological approaches and organization of breeding work with Australian redclaw crayfish to create a highly productive herd of producers adapted to the climatic conditions of Russia // Fundamental and applied research of universities, integration into a regional innovation complex: Doc. mol. scientists within the framework of the program “U.M.N.I.K.”. – Astrakhan: Publishing AGTU. (In Russ.).
  12. Ulyanova A.S., Kryuchkov V.N., Khoroshko A.I., Kryuchkov A.V. On the introduction of tropical species into aquaculture in the southern regions of Russia // Fundamental and applied research of universities, integration into a regional innovation complex: dokl. mol. scientists within the framework of the program “U.M.N.I.K.” (In Russ.).
  13. Shokasheva D. I. Specific features of long-term domestication of australian crayfish *Cherax quadricarinatus* in conditions of the western part of Russian Federation // Izvestiya TINRO . 2018. 194. Pp. 188-192. DOI:10.26428/1606-9919-2018-194-188-192. (In Russ.).
  14. Kryuchkov V. N., Melnik I. V., Vasileva E. G. Inversion sex australian caner due to the shift on the types of temperature optimum // Natural Science. 2015. № 3 (52). Pp. 103–108. (In Russ.).
  15. Nguyen T.T., Kryuchkov V. N. Influence of the temperature on the development of the gonads of the australian crayfish *Cherax quadricarinatus* // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2014. № 3. Pp. 110–115. (In Russ.).
  16. Shokasheva D.I. Pond cultivation of Australian red-clawed crayfish in the Astrakhan region // Bulletin of Fisheries Science 2017. 4, № 4 (16). Pp. 14-18. (In Russ.).
  17. Kryuchkov V.N., Abugalieva D.K., Shokasheva D.I. (2017a). The study of australian red claw crayfish tolerance to the extreme conditions of cultivation // Modern Science. № 4-1. C. 12–15.
  18. Kryuchkov V.N., Khoroshko A.I. (2017b). Selection works with australian red claw crayfish cultivated in the south of Russia // Modern Science. № 4-1. C. 15–17.
  19. Pjatikopova O.V., Harenko N.N., Bedrickaja I.N., Ankesheva B.M., Tangatarova R.R., Romanenkova E.N. Recommendations for growing young Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in industrial conditions // Fish Breeding and Fisheries. 2023. 210. № 7. Pp. 458-469. DOI: 10.33920/sel-09-2307-03. (In Russ.).
  20. Vorob'eva L.V., Borisov R.R., Kovacheva N.P., Pyatikopova O.V. Food spectrum of the australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (decapoda, parastacidae) in the ponds of the Astrakhan region// Russian Journal of Biological Invasions. 2024. № 1. Pp.8–22. (In Russ.).
  21. The list of fishery standards: level of concern (LOC) and approximately safe levels of exposure to impact substances for water of water bodies of agricultural importance // M: VNIRO, 1999. – 304 p. (In Russ.).
  22. Zhigin A.V., Zagorskaya D.S., Zagorskiy I.A., Arys-tangaliyeva V.A. Usage of larvae of the housefly for feeding of juveniles australian red claw crayfish // Fish farming and fisheries. 2016. № 12. Pp. 33–37. (In Russ.).
  23. Curtis M.C., Jones C.M. (1995). Observations on monosex culture of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens (Decapoda: Parastacidae) in earthen ponds // J. World Aquacult. Soc. V.26, №2. P.154-159. DOI:10.1111/j.1749-7345.1995.tb00238.x
  24. Manor R., Segev R., Leibovitz M.P., Aflalo E.D., Sagi A. (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture II. Growout in a separate cell system // Aquacultural Engineering. V. 26. P. 263-276. DOI:10.1016/S0144-8609(02)00035-3
  25. Thompson K.R., Muzinic L.A., Yancey D.H., Webster C.D., Rouse D.B., Xiong Y. (2004). Growth, processing measurements, tail meat yield, and tail meat proximate composition of male and female Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*, stocked into earthen ponds // Journal of Applied Aquaculture. V. 16. P. 117 – 129.
  26. Aleksandrova Ye.N. Scientific approaches to domestication of russian river crayfish // Vestnik of the Russia agricultural science. 2014. №1. Pp. 57–61.
  27. Jones C.M. (1995). Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda, Parastacidae) I. Development of hatchery and nursery procedures. // Aquaculture. V. 138. P. 221–238. DOI:10.1016/0044-8486(95)00069-0
  28. Masser M.P., Rouse D.B. (1997). Australian Red Claw Crayfish // SRAC Publication, № 244. P. 1-8.
  29. Lawrence C., Jones C. (2002). Chapter 17. *Cherax*. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich D.M. (Ed.) – UK, Oxford: Blackwell Science. P. 635-670.

30. Hofstatter K.V. Shrimps and crayfish in the aquarium // М.: Aqua-print, 2008. 118 P. (In Russ.).
31. Borisov R. R., Kovatcheva N. P., Akimova M. Y., Parshin-Chudin A. V. Biology and cultivation of australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868).-М.: Izd-vo VNIRO, 2013. 48 p. (In Russ.).
32. King C.R. (1994). Growth and survival of redclaw hatchlings (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cherax quadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture in Queensland // Aquaculture. V. 122. P. 75–80.
33. Semple G., Rouse D., McLain K. (1995). *Cherax destructor*, *C. tenuimanus* and *C. quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae): a comparative review of biological traits relating to aquaculture potential // Freshwater Crayfish. V. 8. P. 495–503. DOI10.5869/fc.1995.v8.495
34. Veselý L., Buřič M., Kouba A. (2015). Hardy exotics species in temperate zone: Can “warm water” crayfish invaders establish regardless of low temperatures?. Scientific Reports. 5:16340. P. 1-7. DOI:10.1038/srep16340
35. King C.R. (1993). Egg development time and storage for redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens // Aquaculture. V. 109. P. 275-280. doi:10.1016/0044-8486(93)90169-y
36. Jones C.M., Grady J-A. (2000). Redclaw from Harvest to Market. A Manual of Handling Procedures // Freshwater Fisheries and Aquaculture Centre Walkamin Q 4872 Australia. 32 p.
37. Larson E.R., Olden J.D. (2012). Using avatar species to model the potential distribution of emerging invaders // Global Ecology and Biogeography. V. 21, № 11. P. 1114–1125. DOI10.1111/j.1466-8238.2012.00758.x
38. Holdich D.M., Reynolds J.D., Souty-Grosset C., Sibley P.J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species // Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst. V. 11. P. 394–395. DOI:10.1051/kmae/2009025
39. Jaklič M., Vrezec A. (2011). The first tropical alien crayfish species in European Waters: the redclaw *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (Decapoda, Parastacidae) // Crustaceana. V. 84. P. 651–665. DOI:10.1163/001121611X577936
40. Bláha M., Weiperth A., Patoka J., Szajbert B., Balogh E.R., Staszny Á., Ferincz Á., Lente V., Maciaszek R., Kouba A. (2022). The pet trade as a source of non-native decapods: the case of crayfish and shrimps in a thermal waterbody in Hungary // Environmental Monitoring and Assessment, V. 194. P. 1–12. DOI:10.1007/s10661-022-10361-9
41. Medley P.B., Rouse D.B., Brady Y.J. (1993). Interactions and disease relationships between Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in communal culture ponds // Freshwater Crayfish. V. 9. P. 50-56.
42. Jones C.M. (2000). Redclaw Crayfish Aquaculture. Recommended Practices for Redclaw Crayfish Aquaculture based on Research and Development Activities, 1998 through 2000. Cairns, Australia. Queensland Government, Department of Primary Industries and Fisheries. 61 p.
43. Pjatikopova O.V., Akisheva B.M., Tangatarova R.R., Bedritskaya I.N. Hydrochemical conditions of cultivation of the Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in the Astrakhan region // Aquatic bioresources and habitat. 2022. Vol. 5, No. 3. Pp. 32-47. DOI: 10.47921/2619-1024\_2022\_5\_3\_32. (In Russ.).
44. Lagutkina L. J., Ponomarev S.V., Pakhomov M. M. Feedstuff for tropical crayfish and freshwater shrimps // Patent RU 2437566 C1, Int. Cl. A23K 1/18,A23K 1/16 / Application: 2010126498/13, 28.06.2010; Date of publication: 27.12.2011 Bull. 36. (In Russ.).
45. Antonov A.M., Pastukhova N. O., Kiseleva N.A. High-protein compound feed for australian red claws //Patent RU2780538C1 CPC A23K 50/80 (2022.05) Application: 2022100082, 10.01.2022, Date of publication: 27.09.2022 Bull. № 27. (In Russ.).
46. Nikonova I.N., Borisov R.R., Baskakova J.A., Artyomov A.V. Selection of compound feeds for the cultivation of juvenile crayfish // Mat. the Second International scientific and practical Conference “The fisheries complex of Russia: 300 years of Russian academic science”. – М.: Publishing VNIRO 2024. Pp. 230–236. (In Russ.).
47. Rodgers L.J., Saoud P.I., Rouse D.B. (2006). The effects of monosex culture and stocking density on survival, growth and yield of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in earthen ponds // Aquaculture. V. 259. P. 164–168. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.11.056.
48. Karplus I., Harpaz S., Hulata, Segev, Barki A. (2001). Culture of the australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in israel IV. Crayfish incorporation into intensive tilapia production units // Isr. J. Aquacult. Bamidgeh. V. 53, № 1. P. 23–33. DOI:10.46989/001c.20294
49. Safitri A. D., Mujtahidah T., Sari N. (2022). The effect of stocking density of freshwater lobster (*Cherax quadricarinatus*) the growth of gouramy (*Osphronemus gouramy*) in polyculture system // Asian Journal of Aquatic Sciences. V. 5, № 2. 200-208. DOI: https://doi.org/10.31258/ajoa.5.2.200-208.
50. Liu B., Zhang K., Wang G., He X. (2023). A Study on Nitrogen and Phosphorus Budgets in a Polyculture System of *Oreochromis niloticus*, *Aristichthys nobilis*, and *Cherax quadricarinatus* // Water. V. 15, № 15. 2699. DOI:10.3390/w15152699.
51. Egorova V. I., Kryuchkov V. N., Volkova I. V., Tomokala B. P. Development of phyto- and zooplankton in greenhouse ponds for cultivating tropical Decapoda // Vestnik of Astrakhan state technical university. Series: Fishing industry. 2023. № 2. Pp. 7–14. (In Russ.).
52. Zhigin A.V. Recirculating aquaculture systems – М.: Izd-vo Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2011. 644p. (In Russ.).
53. Kalajda, M.L., Ibragimova, G.D., Stepanova, V.P. Evaluation of the effectiveness of colonization of artificial tubular shelters by juvenile redclawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*). In: Tinchurinsk- ie chtenija — 2021. “Energy and digital transformation”. Materials of the International Youth Scientific Conference. Kazan’, 2021, Pp. 426-429 (in Russ.). (In Russ.).

Материал поступил в редакцию/ Received 15.05.2024  
 Принят к публикации / Accepted for publication 28.05.2024