УДК 639.51 DOI: 10.5281/zenodo.15584760 EDN: WXIDPS

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРЕСТА У АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА *CHERAX QUADRICARINATUS* (Von Martens, 1868) В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

© 2025. ***Э. Э. Чолутаева, Д. С. Саркисян, Д. Ю. Ковальчук, В. Н. Шевченко, А. В. Ольшевская***

В последние годы растёт интерес к разведению австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) как одного из перспективных объектов для пресноводной астацикультуры. Этот вид ценится за высокие темпы роста, адаптивность к различным условиям и высокую рыночную привлекательность. В данной работе рассматривается опыт организации нереста *C. quadricarinatus* в искусственной среде. При температуре выше рекомендуемой (29–30 °C) средняя продолжительность эмбриогенеза составила 31 сутки, что оказалось на 9 суток меньше, чем при рекомендуемой температуре (27–28 °C). От 6 самок в общей сложности было получено 1 129 экз. суточной молоди, выживаемость которой за 14 суток наблюдений составила 61,89 %. Средняя плодовитость 1 самки составила 188,17 экз., варьируя от 126 до 238 экз. молоди.

Ключевые слова: аквакультура; австралийский красноклешневый рак; *Cherax quadricarinatus*; искусственное выращивание; нерест.

Введение. Пресноводные ракообразные представляют собой ценный источник легкоусвояемого животного белка, востребованного на мировом рынке. В условиях роста численности населения и усиливающегося дефицита традиционных ресурсов животного происхождения, аквакультура раков (астацикультура) приобретает всё большую значимость как направление устойчивого развития продовольственной отрасли. В условиях ограниченной продуктивности традиционных аборигенных видов речных раков всё более актуальным становится использование альтернативных объектов аквакультуры. Одним из эффективных решений повышения продуктивности отрасли в России может стать внедрение быстрорастущих тропических видов. Наибольший интерес представляет австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868), отличающийся высокой скоростью роста, способностью к быстрой адаптации к искусственным условиям и значительным потенциалом для промышленного разведения в различных климатических регионах [1].

C. quadricarinatus представляет собой интересный объект для фундаментальных и прикладных исследований в области биологии развития и аквакультуры. Его относительно быстрый рост, доступность для содержания в лабораторных условиях и генетическая пластичность делают его удобной моделью для изучения различных аспектов онтогенеза, включая влияние факторов среды на морфогенез, физиологию и поведение. Выбор *C. quadricarinatus* в качестве объекта исследования обусловлен также недостаточностью сведений о механизмах, регулирующих его репродуктивный цикл и ранние стадии развития.

Жизненный цикл *C. quadricarinatus* характеризуется прямым развитием с отсутствием личиночных стадий. Молодые особи, покидающие материнский организм, являются миниатюрными копиями взрослых раков. Половой зрелости раки достигают в возрасте 5–7 месяцев при оптимальных условиях содержания. В течение жизненного цикла раки проходят регулярные линьки, особенно интенсивные на ранних стадиях онтогенеза. Данный вид демонстрирует выраженный половой диморфизм, который

проявляется, прежде всего, в морфометрических различиях и окраске клешней. У половозрелых самцов наблюдается увеличение массы и окрашивание клешней в ярко-красный оттенок. Самки, напротив, обладают менее массивными клешнями и не имеют яркой окраски. У самок хорошо развиты брюшные плеоподы, на которых вынашиваются оплодотворённые яйца в период нереста. Размножение *C. quadricarinatus* осуществляется в основном в тёплый сезон, однако в условиях контролируемой температуры (25–29 °C) половое поведение и нерест может наблюдаться от 3 до 5 раз в год [2]. Половой цикл включает стадии спаривания, формирования кладки, эмбрионального развития, вылупления личинок и их последующий метаморфоз. После спаривания самка откладывает от 300 до 1500 яиц (в зависимости от размера), которые прикрепляются к плеоподам и развиваются в течение 28–42 суток, в зависимости от температуры воды [2, 3].

Целью настоящего исследования является изучение особенностей размножения *C. quadricarinatus* в искусственных условиях.

Материалы и методы. Преднерестовое содержание маточного поголовья. Исследования проводились на базе научно-исследовательской лаборатории «Центр агробиотехнологии» и лаборатории индустриальной аквакультуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация).

В работе использовались клинически здоровые половозрелые особи австралийского красноклешневого рака *C. quadricarinatus* в количестве 39 экз., среди которых 25 экз. были идентифицированы как самцы (рис. 1), и 14 экз. – самки (рис. 2). Особи были распределены между двумя бассейнами в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ): в бассейне №1 содержалось 20 экз., среди которых самок – 6 экз., самцов – 14 экз., в бассейне №2 находилось 19 экз., среди которых самок – 8 экз., самцов – 11 экз. Продолжительность периода преднерестового содержания в среднем составляла 14 суток.

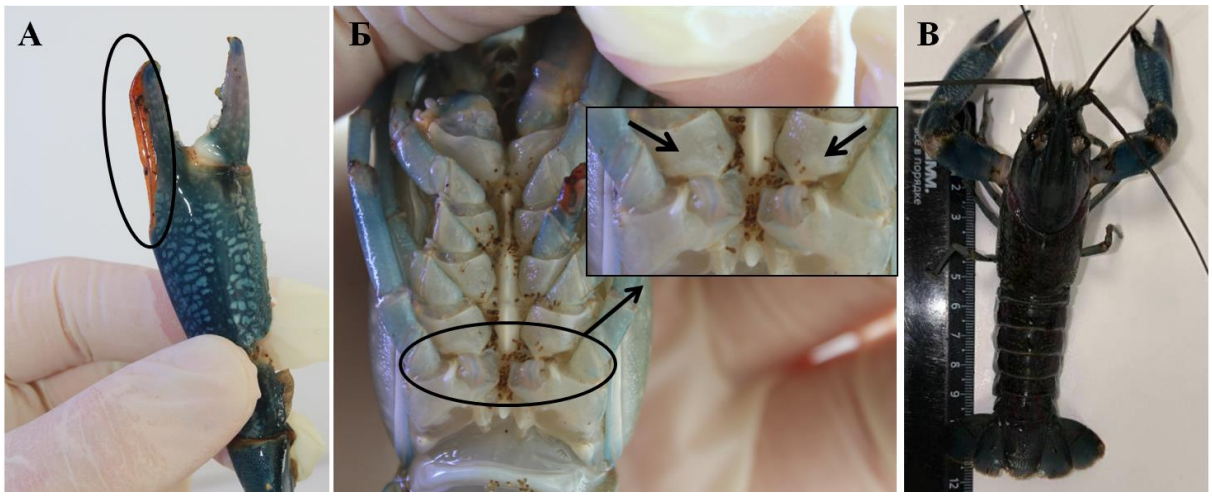

Рис. 1. Внешний вид и половые признаки самца *C. quadricarinatus*: А – клешненосная нога с характерным красным пятном на проподусе; Б – гонопоры в основании пятых переоподов; В – общий вид

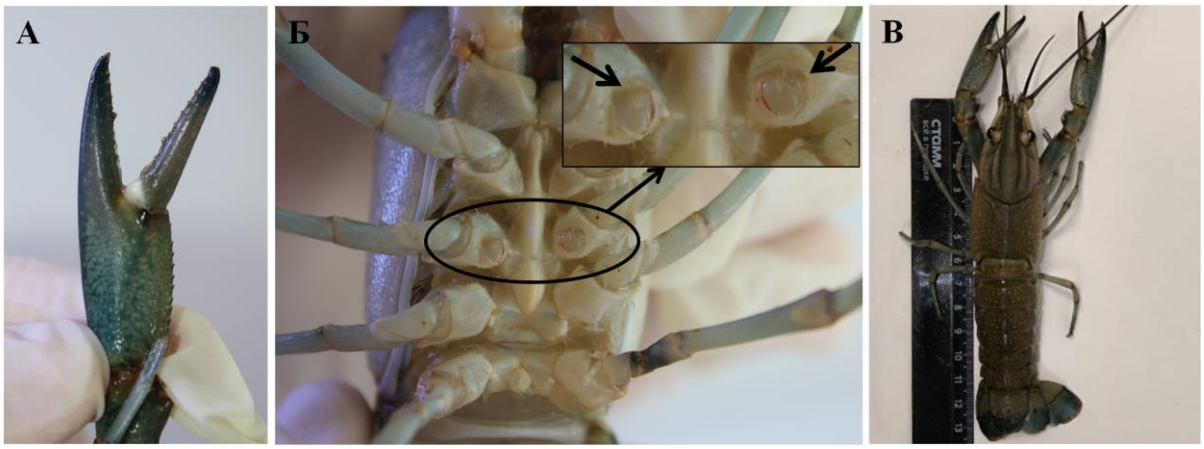

Рис. 2. Внешний вид и половые признаки самки *C. quadricarinatus*: А – клешненосная нога*;* Б – гонопоры в основании третьих переоподов; В – общий вид

В настоящем исследовании для содержания австралийского красноклешневого рака *C. quadricarinatus* использовался стабильный режим фотопериода, соответствующий естественному суточному циклу, и составлявший 12 часов светлого времени и 12 часов темного (режим 12L:12D).

Для обеспечения полноценной подготовки особей к последующим этапам воспроизводства был реализован режим сбалансированного кормления, направленный на насыщение организма необходимыми микро- и макроэлементами, а также витаминами, способствующими накоплению энергетических и пластических резервов. В качестве кормового рациона применялась замороженная овощная смесь, включающая соцветия цветной капусты, измельчённые плоды моркови, кабачка, стручковой фасоли и зелёного горошка, подаваемая в утренние часы (в интервале 8:30–9:00). В вечернее время (в интервале 17:00–17:30) особи получали замороженные личинки хирономид Chironomidae Newman*,* 1834, являющиеся высокобелковым компонентом рациона. Суточная доза кормления составляла 6,0 % от совокупной живой массы ракообразных, при этом долевое распределение рациона было эквивалентным: 50 % составляли личинки хирономид, 50 % – растительные компоненты овощного происхождения.

Контрольные измерения (бонитировка) проводились каждые 7 суток эксперимента. В ходе бонитировки оценивали индивидуальную массу каждой особи (m, г) с использованием лабораторных весов II класса точности BEL LG- 2202i с дискретностью 0,01 г (ChangZhou XingYun Electronic Equipment Co., Китай), а также проводили измерения общей длины тела (L, мм) при помощи штангенциркуля.

Температура воды поддерживалась на оптимальном уровне 25–30 °С согласно рекомендациям [4]. С этой целью в период преднерестового выдерживания использовались нагреватели Protemp S 50 Вт (JBL, Германия).

Экспериментальные особи содержались в бассейнах системы УЗВ, выполненных из полимерного материала (полипропилен), габаритные размеры которых составляли 100×100 см с уровнем водного столба 30 см. Каждая установка была оснащена автономным модулем водоподготовки, включающим элементы механической и биологической фильтрации, обеспечивающие циркуляцию и поддержание стабильных параметров качества воды в условиях замкнутого водоснабжения.

Для поддержания гидрохимического баланса осуществлялась еженедельная частичная подмена воды в объеме 30 % от общего объема циркулирующей среды с

использованием предварительно отстоянной свежей воды. Внутри каждого бассейна были размещены искусственные укрытия по 15 ед. на резервуар для снижения внутривидовой агрессии и риска каннибализма среди особей.

Содержание самок в период эмбриогенеза. Для снижения каннибализма и состояния стресса самки содержались в индивидуальных емкостях (рис. 3). В качестве индивидуальных емкостей использовались аквариумы объемом 8 л.

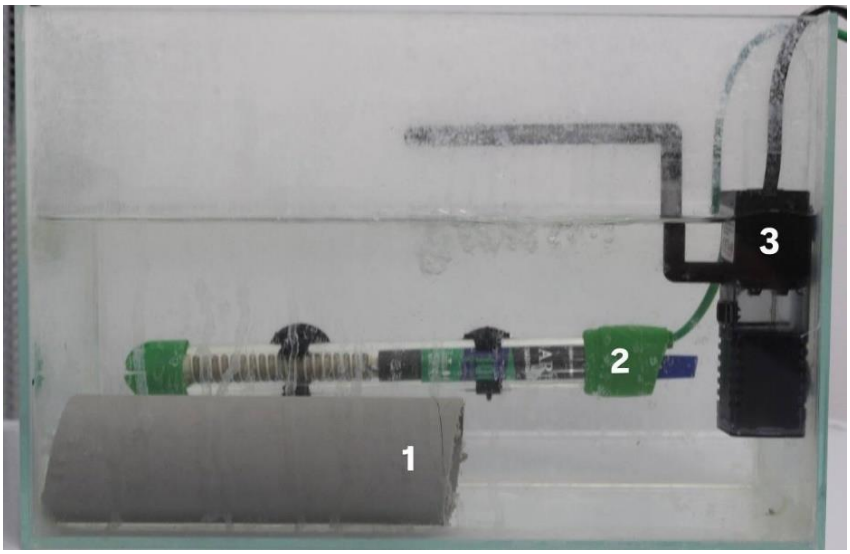

Рис. 3. Внешний вид индивидуальных емкостей для содержания самок *C. quadricarinatus* в период эмбриогенеза: 1 – укрытие из поливинилхлорида; 2 – нагреватель с терморегулятором; 3 – внутренний губчатый фильтр с аэрацией.

Выбор такого объема обусловлен обеспечением достаточного пространства для одной самки с икрой и удобством наблюдения. В аквариумах поддерживалась стабильная температура воды при помощи нагревателей с терморегулятором Barbus Heater 001-007 мощностью 25 Вт со стеклянной кварцевой колбой (Barbus, Китай).

С целью изучения влияния температурного режима на продолжительность эмбрионального развития у *C. quadricarinatus*, половозрелые оплодотворённые самки были помещены в индивидуальные аквариумы с идентичными условиями по объёму воды, уровню аэрации и фотопериоду, за исключением температурного параметра [5]. В условиях эксперимента двое самок в период эмбриогенеза содержались при температуре выше оптимальной (29–30 °C), остальные особи содержались при оптимальной температуре (27–28 °C) [4].

Для обеспечения биологической фильтрации в каждом аквариуме использовался внутренний губчатый фильтр с аэрацией Barbus Filter 045 с мощностью 3 Вт и производительность 200 л/ч (Barbus, Китай). Замена фильтрующего материала производилась еженедельно.

Вода в аквариумах менялась на 30 % еженедельно, используя отстойную водопроводную воду с параметрами: pH – 7,0 ед.; GH (общая жёсткость воды) – 28 ед.; KH (карбонатная жёсткость воды) – 8 ед.

В качестве корма для самок в период эмбриогенеза использовались замороженные личинки хирономид Chironomidae. Кормление проводилось в вечернее время ежедневно небольшими порциями. Количество корма подбиралось индивидуально, с учетом состояния самки и количества потребляемой пищи. Остатки корма удалялись из аквариума ежедневно для предотвращения загрязнения воды.

В каждом аквариуме в качестве укрытий использовали трубы из поливинилхлорида с диаметром 6 см и длиной каждого укрытия 15 см.

Оценка качества параметров окружающей среды. В процессе проведения исследования осуществлялся ежедневный мониторинг ключевых гидрохимических параметров среды, включая температурный режим и уровень растворённого кислорода в воде. Для измерений применялся портативный анализатор кислорода и температуры «Анион-7040» (НПП «Инфраспак-Аналит», Россия).

Измерение гидрохимических параметров проводилось с использованием стандартных наборов тестов для воды «НИЛПА PRO 10 в 1». Наблюдения осуществлялись за следующими параметрами: водородный показатель (pH), карбонатная жёсткость воды (KH), жёсткость воды (GH), нитриты (NO_2), нитраты (NO_3), аммиак/аммоний (NH_3/NH_4), фосфаты (PO_4), медь (Cu), железо (Fe). Использование тестов осуществлялось согласно прилагаемой инструкции.

Измерение основных гидрохимических параметров (pH, общая жесткость, щелочность) проводилось еженедельно. Контроль за уровнем токсичных соединений азота (нитритов, нитратов и аммиака) проводился чаще – дважды в неделю. В случае изменения качества воды, визуального ухудшения состояния раков или при подозрении на отклонение от нормы, проводились внеплановые измерения.

Содержание молоди. Содержание молоди осуществлялось в стеклянных аквариумах объемом 8–10 литров. Использование аквариумов позволяло осуществлять визуальный контроль за состоянием молоди, качеством воды и эффективностью кормления. Плотность посадки молоди в аквариумах поддерживалась на уровне ≈ 397 экз./м^2.

Для поддержания оптимальной температуры воды в аквариумах с молодью (в диапазоне 26−29 °C) [4]. использовались погружные автоматические нагреватели с терморегулятором. Температура воды регулярно контролировалась с помощью цифровых термометров.

Для обеспечения высокого качества воды и удаления продуктов жизнедеятельности молоди в каждом аквариуме устанавливались внутренние фильтры. Использовались фильтры комбинированного типа, осуществляющие как механическую (удаление взвешенных частиц), так и биологическую (преобразование токсичных азотистых соединений) очистку воды. Биологическая фильтрация обеспечивалась за счет пористых наполнителей, заселенных нитрифицирующими бактериями. Регулярно проводилась промывка механической части фильтра и контроль состояния биологической части.

Молодь австралийского красноклешневого рака подвержена каннибализму, особенно в период линьки. Для снижения агрессии и создания безопасной среды для молоди в аквариумы помещались укрытия: пластиковые трубки, нарезанные на отрезки различной длины и диаметра; мелкоячеистая сетка или волокнистые губки; искусственные водные растения.

Кормление молоди осуществлялось согласно рекомендациям Борисова Р.Р. [6] замороженными личинками хирономид Chironomidae, а также комбикормами с высоким содержанием белка Tetra Crusta Granules (Tetra, Германия). Аналитические показатели используемых кормов (в соответствии с информацией производителя): сырой белок 49 %, сырой жир 9 %, сырая клетчатка 2 %, содержание влаги 8 %, кальций 1,3 %, фосфор 1,1 %.

Кормление молоди осуществлялось 3–4 раза в сутки дробными порциями с целью обеспечения постоянного доступа к корму и предотвращения избыточного внесения, способного негативно повлиять на гидрохимические параметры среды. Подача

корма осуществлялась групповым методом. Объём кормовых дач корректировался на основе визуальной оценки поедаемости и остаточного количества корма.

Результаты. Преднерестовое содержание производителей / маточного поголовья. В период преднерестового выдерживания средняя масса самок составляла 52,5±0,03 (42–69) г, средняя масса самцов – 53,6±0,03 (39–67) г. Коэффициент упитанности по Фультону [7] у самок составлял 2,66±0,01 (2,32–3,09) ед., у самцов – 2,6±0,01 (2,29–2,92).

В период преднерестового содержания гидрохимический режим соответствовал норме. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения параметров воды за преднерестовый период

Срок выдерживания / оптимум	pH	KH	GH	NO_2 (мг/л)	NO_3 (мг/л)	NH_3/NH_4 (мг/л)	PO_4 (мг/л)	Cu (мг/л)	Fe (мг/л)
	6,8–7,2	5–15	5–20	0–0,2	≤20	0–0,05	0,26–0,6	0	<0,1
7 сутки	7,0	9	18	0,1	20	0	0,5	0	0
14 сутки	7,1	11	17	0,1	10	0	0,5	0	0

Поддержание оптимальных параметров позволяет минимизировать стрессовые факторы, способствует активации репродуктивных процессов и повышает общую выживаемость и жизнеспособность потомства. Особое значение имеет исключение присутствия аммиака и ионов меди, обладающих высокой токсичностью для ракообразных даже в низких концентрациях. В нашем эксперименте удалось создать оптимальные гидрохимические условия, которые соответствовали всем технологическим нормам [8, 9].

Содержание самок. В рамках экспериментальных исследований по изучению эмбрионального развития *C. quadricarinatus* было отсажено 8 половозрелых самок с визуально определяемыми признаками кладки яиц. Отсадка проводилась по мере обнаружения сформированной кладки (рис. 4), что свидетельствовало о наступлении периода эмбриогенеза.

Из 8 отсаженных самок успешно завершили эмбриогенез и дали жизнеспособное потомство 6 особей, что составило 81,8 % от общего количества. Две самки погибли на раннем этапе инкубационного периода в результате неисправности оборудования. Погибшие особи были исключены из дальнейшего анализа. У остальных самок отмечено стабильное течение эмбриогенеза без признаков патологий.

В результате проведённых измерений морфометрических характеристик ооцитов австралийского красноклешневого рака было установлено, что средний диаметр ооцита составил 1,45±0,14 (1,32–1,70) мм, средняя масса составила 0,0036±0,002 (0,00181–0,00381) г.

Ооциты визуально имели овальную или округлую форму (рис. 5), с характерной для вида желтовато-оранжевой окраской [10]. Гомогенность размеров указывает на синхронность их развития, что свидетельствует о физиологической готовности самки к нересту.

В процессе наблюдений было зафиксировано стрессовое поведение, вызванное агрессией со стороны другой самки во временной емкости при передержке особей во время технического обслуживания нерестовых емкостей. В результате этого зарегистрирован самопроизвольный сброс ооцитов в количестве 183 шт., что, вероятно, является защитной физиологической реакцией у ракообразных.

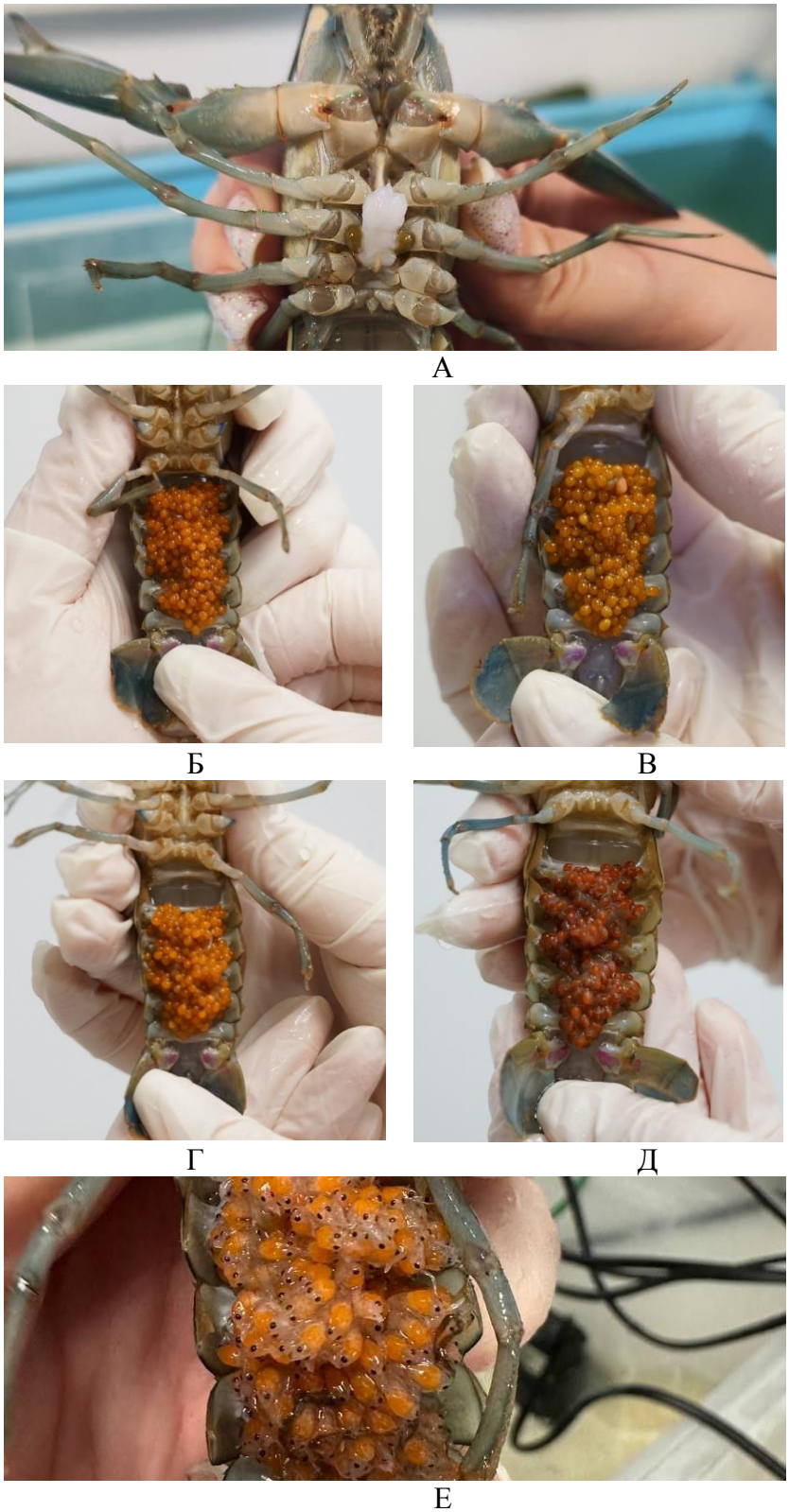

Рис. 4. Ход эмбриогенеза у самки *C. quadricarinatus* при температуре 29 °С: А – оплодотворенная самка со сперматофорами; Б – 3 сут. после нереста; В – 6 сут. после нереста; Г – 9 сут. после нереста; Д – 16 сут. после нереста, молодь 1 стадии; Е – 26 сут. после нереста, молодь 2 стадии

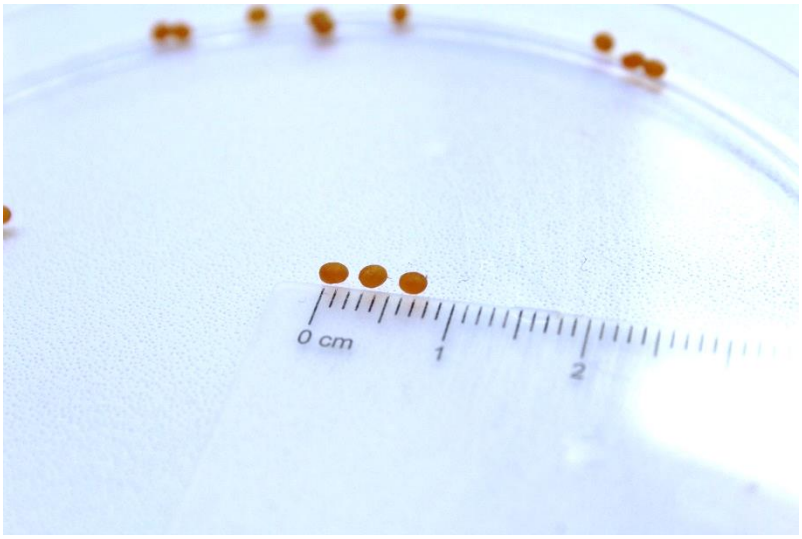

Рис. 5. Внешний вид ооцитов у *C. quadricarinatus*

Эмбриональное развитие протекало при различных температурных режимах с целью оценки их влияния на продолжительность эмбриогенеза. При температуре выше рекомендуемой (29–30 °C) средняя продолжительность эмбриогенеза составила 31 сутки, что оказалось на 9 суток меньше, чем при рекомендуемой температуре (27–28 °C, 40 суток в среднем). Полученные результаты соответствуют литературным сведениям [11]. Таким образом, незначительное повышение температуры воды позволило сократить период эмбриогенеза на 22,5 %, что в условиях производственного цикла может значительно сократить финансовые расходы на индивидуальное содержание самок и повысить рентабельность производства.

Молодь. От 6 самок в общей сложности было получено 1 129 экз. суточной молоди. Средняя плодовитость 1 самки составила 188,17 экз., варьируя от 126 до 238 экз. молоди. Общая выживаемость молоди представлена на рис. 6.

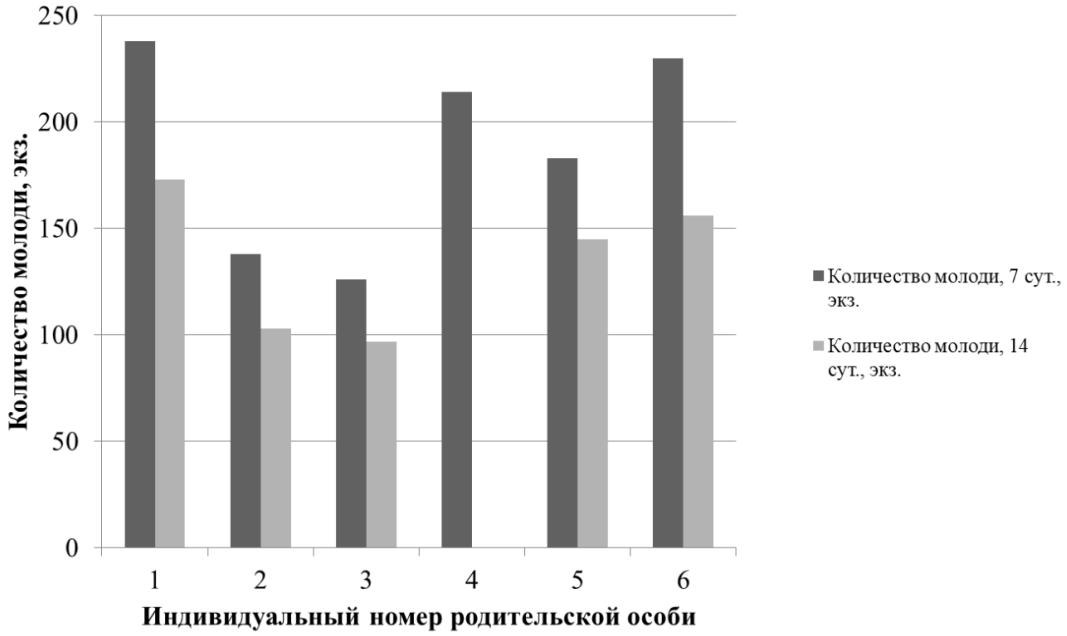

Рис. 6. Динамика изменения количественных показателей молоди за 14 суток наблюдений

Выживаемость молоди за 14 суток наблюдений составила в среднем 61,89 %. В одной из опытных групп молоди, полученной от самки №4, зарегистрирована 100 % гибель на 11 сутки наблюдений. Гибель молоди была обусловлена техническим фактором, а именно выходом из строя нагревательного элемента в постнерестовой емкости, в результате чего температура воды поднялась до 61,3 °С, что на 118 % выше температурного оптимума. Без учета этой экспериментальной группы средняя выживаемость молоди за 14 суток наблюдений составила 74,27 %.

Длина особей на 7 сутки составляла 1,0–1,1 см, на 14 сутки – 1,3–1,4 см (рис. 7).

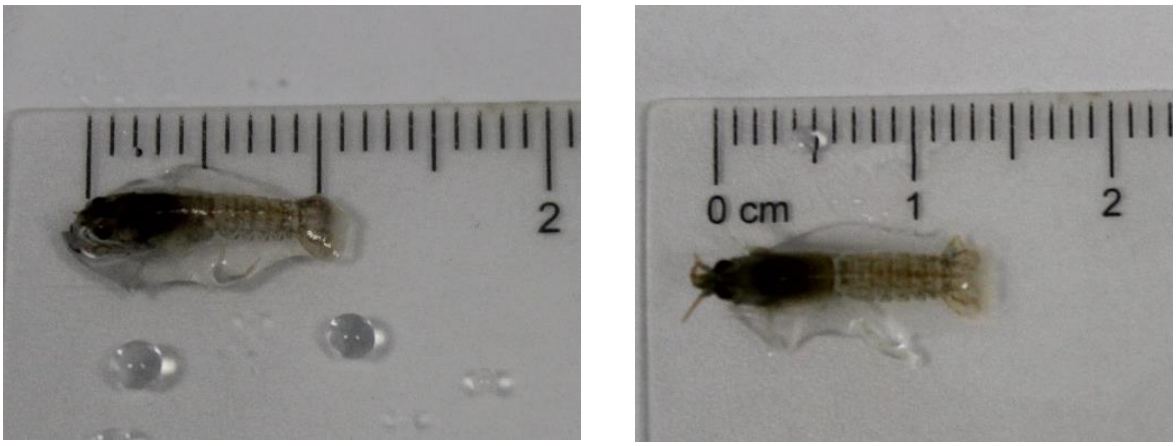

Рис. 7. Внешний вид молоди *C. quadricarinatus*

Заключение. Проведённые исследования подтвердили возможность успешного проведения нереста австралийского красноклешневого рака *C. quadricarinatus* в контролируемых условиях. От 6 самок в лабораторных условиях в общей сложности было получено 1 129 экз. суточной молоди. Средняя плодовитость 1 самки составила 188,17 экз., варьируя от 126 до 238 экз. молоди. Выживаемость молоди за 14 суток наблюдений составила 61,89 %. В условиях повышенной температуры окружающей среды на 1–2 °С наблюдалось уменьшение периода эмбрионального развития до 31 суток. В оптимальных температурных условиях продолжительность эмбрионального развития составила 40 суток. В связи с тем, что эксперимент проведен на ограниченной выборке особей, требуется дальнейшее масштабирование экспериментов в производственных условиях. Сокращение периода эмбриогенеза может поспособствовать оптимизации производственных расходов в период нереста.

Исследование выполнено при поддержке гранта в рамках конкурса «Наука-2030».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. – 2025. – №. 3. – DOI: 10.36038/0131-6184-2024-3-80-92.
2. Jones C. M. Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda, Parastacidae) II. Juvenile nutrition and habitat //Aquaculture. – 1995. – Vol. 138. – No. 1-4. – P. 239-245. DOI: 10.1016/0044-8486(95)00069-0.
3. Masser, M.P., Rouse D.B. Australian red claw crayfish // Southern Regional Aquaculture Center. – 1997.– Vol. 244. – P. 1-8
4. Xiaoxuan C., Zhixin W., Licai H. Effects of water temperature on ingestion and growth of *Cherax quadricarinatus* // Journal Huazhong (Central China) Agricultural University. – 1995. – Vol. 14. – No. 5. – P. 477-480.

5. Нгуен Т. Т. Влияние инверсии пола на рост, развитие и формирование гонад некоторых десятиногих раков (на примере *Macrobrachium rosenbergii* и *Cherax quadricarinatus*): дис. – Астрахан. гос. техн. ун-т, 2014. – 139 с.
6. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Жигин А.В., Никонова И.Н., Кряхова Н.В. Аквакультура австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). – М.: ВНИРО, 2024. – 200 с.
7. Рудой Д.В., Ольшевская А. В., Шевченко В. Н., Головко Л. С., Оганисян М. М. Темпы роста самок австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* Von Martens, 1868 в УЗВ в период адаптации к индустриальным условиям // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2025. – № 2. – С. 69-77. – DOI: 10.5281/zenodo.15088819.
8. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения //Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. – Копенгаген: ЕВРОФИШ, 2010. – 70 с.
9. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре: моногр. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2011. – 664 с.
10. Sagi A., Ra'anan Z., Cohen D., Wax Y. Gonad maturation, morphological and physiological changes during the first reproductive cycle of the crayfish *Cherax quadricarinatus* female // Invertebrate Reproduction & Development. – 1996. – Vol. 29. – No. 3. – P. 235-242.
11. Haubrock P. J., Oficialdegui F.J., Zeng Y., Patoka J., Yeo D.C.J., Kouba A. The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots // Reviews in Aquaculture. – 2021. – Vol. 13. – No. 3. – P. 1488-1530. https://doi.org/10.1111/raq.12531

Поступила в редакцию 20.05.2025 г.

EXPERIENCE IN INDUCING SPAWNING OF THE AUSTRALIAN RED CLAW CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS* (von MARTENS, 1868) UNDER CONTROLLED CONDITIONS

E. E. Cholutaeva, D. S. Sarkisyan, D. Yu. Kovalchuk, V. N. Shevchenko, A. V. Olshevskaya

In recent years, interest in breeding the Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) has increased due to its potential as a promising species for freshwater astaciculture. This species is valued for its rapid growth rate, adaptability to diverse conditions, and high market appeal. This study presents the results of induced spawning of *C. quadricarinatus* in an artificial environment. At temperatures exceeding recommended values (29–30 °C), the average duration of embryogenesis was 31 days, which was 9 days shorter than at the recommended temperature range (27–28 °C). A total of 1,129 day-old juveniles were obtained from 6 females, with a 14-day survival rate of 61.89 %. The mean fecundity per female was 188.17 juveniles, ranging from 126 to 238 juveniles per individual.

***Keywords*:** aquaculture; Australian red claw crayfish; *Cherax quadricarinatus*; artificial rearing; spawning.

Чолутаева Энкрина Эренценовна
студент, факультет «Агропромышленный», Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ.
E-mail: cholutaevaa@mail.ru

Саркисян Диана Славиковна
студент, факультет «Агропромышленный», Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ.
E-mail: dengorden00@mail.ru
Author ID: 1180124
SPIN-код: 8500-8112

Cholutaeva Enkrina Erentsenovna
Student, Faculty of Agribusiness, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation.
E-mail: cholutaevaa@mail.ru

Srkisyan Diana Slavikovna
Student, Faculty of Agribusiness, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation.
E-mail: dengorden00@mail.ru
Author ID: 1180124
SPIN-code: 8500-8112

Ковальчук Даниил Юрьевич
Студент, факультет «Агропромышленный», Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ.
E-mail: cool.d4niil@yandex.ru
AuthorID: 1180923
ORCID: 0009-0008-8670-9307

Шевченко Виктория Николаевна
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Центр агробиотехнологии», Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ.
E-mail: vikakhorosheltseva@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5001-4959
AuthorID: 1031771
SPIN-код: 5860-1478

Ольшевская Анастасия Владимировна
кандидат технических наук, заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона», Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ.
E-mail: olshevskaya.av@gs.donstu.ru
ORCID: 0000-0001-8318-3938
AuthorID: 784811
SPIN-код: 8026-6860

Kovalchuk Daniil Yurievich
Student, Faculty of Agribusiness, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation.
E-mail: cool.d4niil@yandex.ru
AuthorID: 1180923
ORCID:0 009-0008-8670-9307

Shevchenko Victoria Nikolaevna
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Research Laboratory “Agrobiotechnology Center”, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation.
E-mail: vikakhorosheltseva@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5001-4959
AuthorID: 1031771
SPIN-code: 5860-1478

Olshevskaya Anastasiya Vladimirovna
Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Territorial Cluster Development Center “Dolina Dona”, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation.
E-mail: olshevskaya.av@gs.donstu.ru
ORCID: 0000-0001-8318-3938
AuthorID: 784811
SPIN-code: 8026-6860