УДК 639.517

Туркулова В.Н., Рутковская А.А., Поплавский А.А.

ОПЫТ ПОЛНОЦИКЛОВОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868) В УСЛОВИЯХ АКВАРИАЛЬНОЙ ЦЕНТРА ОТРАСЛЕВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ФГБОУ ВО «КГМТУ»

Аннотация. Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года предусмотрено увеличение объема производства товарной аквакультуры до 618 тыс. т с учетом расширения видового спектра объектов аквакультуры. Увеличение разнообразия видового состава аквакультуры возможно за счет ракообразных. В России товарное разведение аборигенных долгорастущих видов речных раков – длиннопалого и широкопалого – находится в зачаточном состоянии. Альтернативой им является разведение быстрорастущего теплолюбивого австралийского красноклешневого рака. Особую актуальность этот вопрос приобретает для южных регионов России. С учетом перспективности объекта в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций КГМТУ были проведены исследования по созданию полноцикловой технологии культивирования австралийского красноклешневого рака. Было показано, что при содержании разновозрастных особей при оптимальном диапазоне температуры 26–28 °С и благоприятных по абиотическим и биотическим факторам условиях возможен полный цикл культивирования этого объекта. Установлено, что особи красноклешневого рака достигают половой зрелости за 6 месяцев, минимальная масса впервые созревших самок варьирует от 18,5 до 37 г, длина – от 6–7 см до 9–10 см, соответственно. Созревшие самки способны давать потомство 2 раза в год, количество икринок у мелких самок массой 18–20 г составляет 83–85 шт., у крупных массой 115 г – 338 шт. Продолжительность эмбриогенеза при температуре 26–28 ˚С варьирует от 25 до 32 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют среднюю массу 0,010–0,012 г, в возрасте 30–32 суток – 0,2–0,8 г, 60 суток – 1,6–2,81 г. Выявлено, что при выращивании в условиях аквариальной особи красноклешневого рака достигают промысловой массы 50–60 г за 5–6 месяцев.

Ключевые слова: товарное раководство, австралийский красноклешневый рак, полноцикловое культивирование, аквариальная, температура, гидрохимические показатели, темп роста, созревание, размножение.

Turkulova V.N., Rutkovskaya A.A., Poplavskiy A.A.

PRACTICE OF FULL-CYCLE REARING OF THE AUSTRALIAN REDCLAW CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS* (VON MARTENS, 1868) IN THE AQUARIUM FACILITY OF THE CENTER OF SECTORAL EXPERTISE AT THE FSBEI HE "KSMTU"

Abstract. The strategy for the development of the fisheries sector in the Russian Federation for the period until 2030 envisions an increase in the yield of commercial aquaculture up to 618 thousand tons, supplemented by an expansion of the range of cultivated species. Broadening the diversity of the aquaculture species composition is possible through the introduction of new decapod species. In Russia, commercial cultivation of native slow-growing species of freshwater crayfish–narrow-clawed (Danube) crayfish and broad-fingered (European) crayfish–remains in its nascent state. A viable alternative would be the cultivation of fast-growing thermophilic Australian redclaw crayfish. It is even more relevant for the southern regions of Russia. Given the promise of this species, research into full-cycle cultivation of the Australian redclaw crayfish has been conducted at the aquarium facility of the Center of Sectoral Expertise, KSMTU, with the aim of developing a feasible technology. It has been shown that, when this species is reared in age-diverse groups at the optimal temperature range 26–28 °C and under favorable biotic and abiotic conditions, its full-cycle

cultivation can be achieved. It has been established that the redclaw crayfish reaches sexual maturity in 6 months; the minimum weight of the females at their first maturity ranges from 18.5 to 37 g, and the length, respectively, ranges from 6–7 cm to 9–10 cm. Mature females are capable of reproducing twice a year; the number of eggs in small females weighing 18–20 g is 83–85, and in large females weighing 115 g it is 338. The duration of embryogenesis at the temperature 26–28 °C ranges from 25 to 32 days. Freshly hatched larvae have an average weight of 0.010–0.012 g; at the age of 30–32 days they weigh, on average, 0.2–0.8 g, and on the 60th day they reach 1.6–2.81 g. The redclaw crayfish individuals reared in the aquarium facility have been found to reach a marketable weight of 50–60 g within 5–6 months.
Keywords: commercial crayfish farming, Australian redclaw crayfish, full-cycle cultivation, aquarium facility, temperature, hydrochemical parameters, growth rate, maturation, reproduction.

Введение. Развитие аквакультуры в Российской Федерации происходит в рамках выполнения Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Основной задачей является увеличение объема производства товарной аквакультуры до 618 тыс. т. При этом предусматривается не только рост количественных показателей товарной продукции, но и расширение видового спектра объектов аквакультуры при выращивании индустриальными методами.

Одним из путей увеличения разнообразия видового состава аквакультуры России может стать разведение ракообразных – группы гидробионтов, технологии выращивания которых в искусственных условиях находятся на стадии непрерывного совершенствования, а спектр их видов в мировой аквакультуре постоянно растет. В частности, доля десятиногих ракообразных в общем производстве аквакультуры составляет около 23,1 % [1]. Мясо ракообразных относится к деликатесным видам продукции и является источником полноценного белка, жира, а также целого спектра необходимых человеческому организму микроэлементов и витаминов [4]. Еще в 2012 году показатели производства десятиногих ракообразных методами аквакультуры превысили вылов из естественных водоемов. Разрыв продолжает увеличиваться, и в 2018 году методами аквакультуры было выращено 10,5 млн т десятиногих ракообразных, что на 4,4 млн т больше вылова из естественных водоемов [2].

На протяжении многих десятилетий изыскания в области аквакультуры ракообразных в СССР и России были направлены на исследование аборигенных речных видов раков, главным образом, широкопалого и длиннопалого. Однако на сегодняшний день потребительский рынок живых речных раков в России обеспечивается, главным образом, за счет их вылова в естественных водоемах, а товарное раководство находится в зачаточном состоянии.

В сложившихся условиях в качестве альтернативы выращиванию долго растущих аборигенных видов речных раков в качестве нового объекта раководства отечественными исследователями был предложен быстро растущий тропический вид – австралийский красноклешневый рак [3-10].

По сравнению со многими другими ракообразными австралийский красноклешневый рак характеризуется высокой скоростью роста, неприхотливостью к условиям содержания, а самое главное – относительно низкими показателями агрессивности и каннибализма. Красноклешневый рак стал приобретать все большую популярность и в связи с отсутствием многочисленных пелагических стадий развития и необходимости использования солоноватой воды при выращивании личинок.

Австралийский красноклешневый рак обладает рядом преимуществ перед основными отечественными и зарубежными объектами аквакультуры речных раков. Например, австралийский красноклешневый рак за один вегетационный период (5–6 месяцев) вырастает до 60-120 г, а очень популярный в аквакультуре США американский красный болотный рак *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) до 28 до 40 г [11]. Скорость роста длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) еще ниже, и даже в южных регионах товарного размера он достигает только на второй год культивирования [12]. По данным Thompson K.R. и др., выход мяса у австралийского красноклешневого рака составляет 27,4 % у самцов и

27,9 % у самок [13]. По данным Александровой Е.Н., выход мяса у самцов составляет 31,9 % и 32,8 % у самок. Это примерно в полтора раза выше, чем у длиннопалого рака [14-15].

Продуктивный потенциал австралийского красноклешневого рака еще не раскрыт в полной мере до настоящего времени поскольку этот вид речных раков сравнительно недавно стал объектом разведения, т.к. работы по его культивированию были начаты в 80-х годах прошлого века [16]. На территории европейских стран и в России в качестве объекта аквакультуры и аквариумистики этот вид появился еще позднее – в начале нынешнего столетия [16-17].

На современном этапе основными странами – производителями австралийского красноклешневого рака являются: Австралия, Аргентина, Уругвай, Эквадор, Мексика. Есть сведения о присутствии этого вида: в Белизе, Китае, Индонезии, Израиле, Марокко, Панаме, Испании и Соединенных Штатах Америки. Также имеются не подтвержденные данные о его присутствии в ряде других стран. *Cherax quadricarinatus*, начиная с середины 1990-х гг., выращивают на юге Китая. Ежегодная продукция производства в Китае составляет около 100 т. Для культивирования *Cherax quadricarinatus* в основном используют специализированные земляные пруды [4,16,18]. Годовой объем производства австралийского красноклешневого рака на его родине в Австралии остается на уровне менее 400 т [1, 18].

Учитывая имеющийся положительный отечественный опыт, можно сказать, что наращивание объемов его культивирования может стать одним из важных путей удовлетворения все возрастающего в России потребительского спроса на живых и переработанных раков. С учетом актуальности и перспективности культивирования австралийского красноклешневого рака в южных регионах России нами были начаты исследования в 2023 году в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций ФГБОУ ВО «КГТМУ».

Цель исследования – изучить биологические особенности австралийского красноклешневого рака при выращивании в искусственных условиях аквариальной с целью создания полноцикловой технологии культивирования индустриальными методами.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены в аквариальной центра отраслевых компетенций в период с 01.01.2023 г. по 01.10.2025 г. (рис.1).

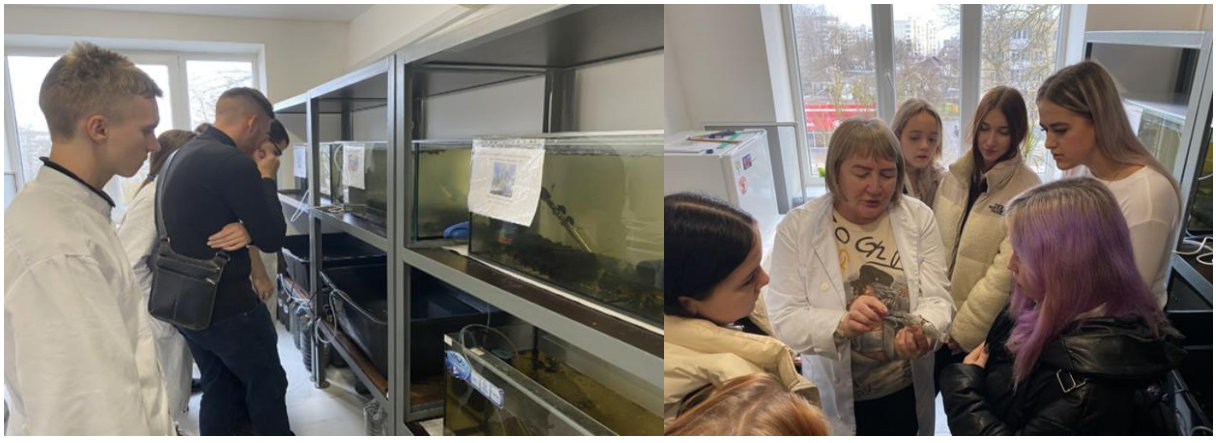

Рисунок 1 – Аквариальная центра отраслевых компетенций для содержания австралийского красноклешневого рака

В январе 2023 г. были завезены 3 особи австралийского красноклешневого рака – 1 самец и 2 самки с икрой на плеоподах. От потомства этих производителей в последующем было сформировано ремонтно-маточное стадо.

Разновозрастных особей рака содержали раздельно: икряные самки – в 4 аквариумах объемом от 24 до 50 л, семьи – 1 самец и 2 самки – в 3 аквариумах по 112 л; производители – самцы – в 1 аквариуме объемом 112 л, самки – в 3 аквариумах объемом по 112 л, ремонтная группа – в 3 лотках по 120 л, ранняя молодь – в 1 аквариуме объемом 112 л. Общий объем аквариумов составляет 1394 л, 1,4 м^3.

Для культивирования раков использовали дехлорированную водопроводную воду. Подмену воды в аквариумах на 50 % от объема проводили 2 раза в неделю. Аквариумы оборудованы: внутренним фильтром очистки HOMEFISH –1200 на 150 л, системой подачи сжатого воздуха с помощью двухканального микрокомпрессора HOMEFISH – 630 на объем 60 – 400 л, нагревателя воды мощностью 200 Вт, термометром.

Для гидрохимического контроля параметров среды в аквариумах использовали базовый наборов тестов для воды НИЛПА – 8 для определения основных показателей: pH–среды, жесткость воды – GH, аммиак свободный NH_3, аммонийный азот NH_4, нитраты – NO_3, нитриты – NO_2 (рис. 2).



Рисунок 2 – Отбор проб для определения гидрохимических параметров среды базовым набором тестов НИЛПА – 8

Содержание растворенного в воде кислорода и процент его насыщения определяли портативным термооксиметром Самара – 2Б стандартными методами.

Морфометрические измерения проводили с помощью стандартных методов измерения и взвешивания речных раков [12, 19]. Зоологическую (общую длину) измеряли от тельсона до конца рострума с помощью линейки с миллиметровыми делениями с точностью до 0,1 мм. Промысловую длину измеряли от тельсона до середины глаз. Щетинки тельсона при измерении во внимание не принимали. Измерение личинок проводили обыкновенным циркулем с острыми концами, затем величину сделанного промера определяли на миллиметровой линейке (рис.3).



Рисунок 3 – Измерение длины у разновозрастных особей австралийского красноклешневого рака

Взвешивание производителей проводили на электронных весах с ценой деления 1 г, а молоди – на торсионных весах с точностью до 1 мг (рис. 4).



А Б

Рисунок 4 – А - Взвешивание самца красноклешневого австралийского рака
Б - Весы торсионные ВТ-500 (10-500 мг) / 1 мг для взвешивания личинок и ранней молоди

Половые отличия у раков определяли по методу, описанному ранее Будниковым К.Н., [20] в модификации Борисова Р.Р. и др. [21] (рис. 5).

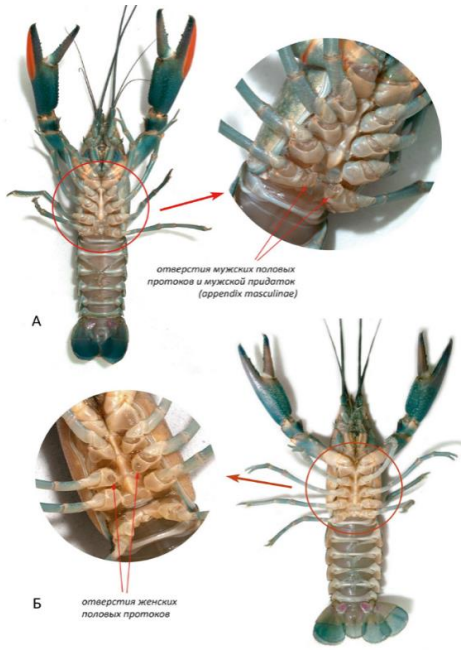

Рисунок 5 – Самец (А) и самка (Б) австралийского красноклешневого рака (по данным Борисова Р.Р и др.)

Для кормления использовали карповый комбикорм различного размера гранул производства Тверского комбикормового завода ООО «КИН».

– Для кормления личинок и мальков от массы 0,010 г до массы 1 г использовали стартовый комбикорм Карп старт 48/10 с размером гранул (крупки) от 0,1 до 1,0 мм, суточный рацион варьировал от 15 % до 5 % от общей биомассы/сут., кормление 4 – 6 раза в сутки.

– Для кормления молоди от 1 г до 5 г использовали карповый комбикорм Карп молодь 38/10. Размер гранул 1,0 – 2,0 мм, суточный рацион от 5 % в начальный период до 2 % в конце этапа выращивания, кормление 3 – 4/сут.

– Для выращивания ремонтной группы от массы 5–6 г до половозрелых особей 40–50 г использовали карповый комбикорм Карп рост 34/08. Размер гранул от 3,0–5,0 мм, суточный рацион в начальный период составил 2 % в начальный период до 1,5 % в конце этапа выращивания, режим кормления 3 раза/сут.

– Для выращивания половозрелых особей использовали комбикорм Карп нерест 26/06, суточный рацион 1,5 % от биомассы, размер гранул 8–10 мм, режим кормления 2 раза/сут.

– Для выращивания товарных раков использовали корм Карп рост 30/12, суточный рацион 1,5–2,0 % от биомассы, размер гранул 8–10 мм, режим кормления 2 раза/сутки.

За период исследований с 01.01.2023 по 01.10.2025 общее количество исследованных особей австралийского красноклешневого рака составило: производителей – 350 экз., ремонтной группы – 1500 экз., молоди – 3000 экз.

Полученный материал обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel. Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента при $p \leq 0,05$ [22].

Результаты исследования и их обсуждение.

Гидрохимический режим содержания австралийского красноклешневого рака в условиях аквариальной. Абиотические факторы водной среды в значительной степени влияют на синхронность и интенсивность половой активности, репродуктивную способность и эффективность нереста, продолжительность инкубационного периода и темп роста, пищевую активность и жизнестойкость на всех этапах онтогенеза ракообразных, в том числе и у австралийского красноклешневого рака. Одним из основных факторов является температура воды, т.к. австралийский красноклешневый рак, как и другие ракообразные, относится к пойкилотермным животным с непостоянной температурой тела. Воздействие температуры на основные физиологические процессы красноклешневого рака изучалось многими авторами [23-27]. Рядом зарубежных авторов было установлено, что летальными для этого вида речных раков является температура ниже 10 °С и выше 36 °С [28].

Также Veselý L., Buřič M., Kouba A. было показано, что красноклешневый рак может выдерживать в течение некоторого времени и более низкие температуры, но не выдерживает зимовку в условиях Европы [29]. Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A., было установлено, что наиболее благоприятным диапазоном температуры для разведения рака в индустриальных условиях является 25–30 °С [30]. В этом диапазоне температуры наблюдаются активное размножение и максимальная скорость эмбрионального развития икры и роста молоди [30]. По данным *King C.R.,* при сохранении температуры воды в пределах 25–30 °С красноклешневый рак размножается в течение всего года, и в наибольшей степени в весенний период [31-33].

Эксперименты, проведенные отечественными исследователями Арыстангалиевой В.А., Жигиным А.В., Клишиным С.С., по выращиванию австралийского красноклешневого рака в разном температурном интервале – от 23 °С до 31 °С показали, что максимальные значения таких показателей, как скорость роста молоди, абсолютный прирост биомассы и среднесуточный прирост, а также выход продукции 245 г/м^2 – были достигнуты при температуре воды 27–29 °С [26-27, 34].

Учитывая данные зарубежных и отечественных авторов по температурному оптимуму для культивирования красноклешневого рака в искусственных условиях, а также собственные результаты исследований, нами был определен оптимальный температурный оптимум для выращивания в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций в диапазоне 26–28 °С.

По сравнению с температурой влияние других абиотических факторов среды на содержание и выращивание красноклешневого рака изучено в меньшей степени. Рядом авторов было установлено важное влияние содержания растворенного в воде кислорода на физиолого-биохимические процессы, напрямую связанные с питанием и ростом рака. На сегодняшний момент существует рекомендация ФАО, о недопущении при культивировании красноклешневого рака понижения концентрации растворенного кислорода ниже 4 мг/л. Вместе с тем, по сведениям Зволинского В.П. и др., Пятикоповой О.В. и др., следует, что «при выращивании в прудах особи красноклешневого рака промысловых размеров нормально переносили кратковременное снижение кислорода почти до 2,2–2,3 мг/л, но молодь была более чувствительна к столь низкому его содержанию» [9, 35].

Немаловажным фактором, влияющим на физиологическое состояние красноклешневого

рака, является водородный показатель. Согласно рекомендациям ФАО, диапазон кислотности водной среды при выращивании австралийского красноклешневого рака должен поддерживаться в пределах pH 6,5–8,0, тогда как величина солёности не должна превышать 5 ‰. Также в рекомендациях ФАО обозначена и необходимость контроля концентраций железа и марганца, содержание которых должно оставаться ниже порогового значения 0,1 мг/л, т.к. превышение этих показателей может оказывать неблагоприятное воздействие на физиологическое состояние рака [18]. По мнению отечественных исследователей Лагуткиной Л.Ю., Пономарева С.В., Борисова Р.Р. и др., особую опасность для представителей *Cherax quadricarinatus* представляет присутствие в воде ионов меди, токсичность которых многократно возрастает при снижении кислотности и общем нарушении ионного состава среды. По мнению этих авторов «наличие даже следовых концентраций меди рассматривается как критический фактор риска, способный вызывать как острые, так и хронические формы интоксикации» [4, 16, 36].

По мнению зарубежных исследователей, Romano N., Zeng C., Timmons M.B., Ebeling J.M., «повышенная концентрация аммиака обладает выраженной токсичностью для гидробионтов при их выращивании в различного рода искусственных системах» [37-38]. По данным Jones C.M., Ruscoe I.M., в установках замкнутого водообеспечения допустимый уровень содержания общего аммиака не должен превышать 0,05 мг/л [39].

Несмотря на жёсткие требования к гидрохимическим показателям водной среды в рециркуляционных системах, экспериментальные данные ряда авторов свидетельствуют о сравнительно высокой кратковременной толерантности австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) к азотистым метаболитам. Зарубежными исследователями Masser M.P., Rouse D.B., было установлено, что «данный вид способен выдерживать концентрации неионизированного аммиака до 1,0 мг/л и нитритов до 0,5 мг/л без выраженных физиологических нарушений в течение ограниченного периода воздействия» [40]. Исследования, проведённые в условиях Астраханской области, показали, что особи *C. Quadricarinatus* находились в удовлетворительном состоянии при концентрации нитритного азота порядка 0,07 мг/л.

На основании анализа собственных экспериментальных данных и информации отечественных и зарубежных авторов, нами подготовлены обобщенные данные по гидрохимическим показателям при культивировании австралийского красноклешневого рака в искусственных условиях (табл.1) [16, 39, 41-42].

Таблица 1 – Гидрохимические показатели при культивировании австралийского красноклешневого рака в искусственных условиях

Показатели	Результаты собственных исследований	Технологическая норма [16]	Значения, допустимые кратковременно [16]	Оптимальное значение [39, 41-42]
Активная реакция среды (pH)	7,2–7,5	6,8–7,2	6,8–8,5	7,0–8,5
Нитриты, мг/л	0 – 0,1	до 0,1-0,2	до 1,0	<0,05
Нитраты, мг/л	25,7 –26,2	до 60	100	-
Аммонийный азот, мг/л	0,01 – 0,02	2-4	до 10	<0,05
Аммиак свободный, мг/л	0	до 0,05	до 0,1	-
Растворенный в воде кислорода, мг/л	5,8-7,9	5,0	4,0	>5
Жесткость GH, ppm	15–16	5-20	18	-
Температура, °С	26–28	25-30	< 10 °С и > 36 °С	27-29

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что значения гидрохимических показателей водной среды в период проведения наших исследований при выращивании разновозрастных особей красноклешневого австралийского рака в аквариумах находились в пределах, рекомендуемых отечественными и зарубежными авторами.

При этом, при выращивании австралийского красноклешневого рака необходимо

руководствоваться существующими требованиями к воде для рыбоводных хозяйств [ОСТ 15.372-87].

Выращивание и воспроизводство австралийского красноклешневого рака в условиях аквариальной. Использование 01.01.2023 года двух самок с оплодотворенной икрой как исходного материала обеспечило получение молоди, успешно достигшей половой зрелости в аквариумах центра отраслевых компетенций. На рисунке 6 приведены данные по динамике численности особей красноклешневого рака в период с 01.01.2023 г. по 01.12.2024 г.

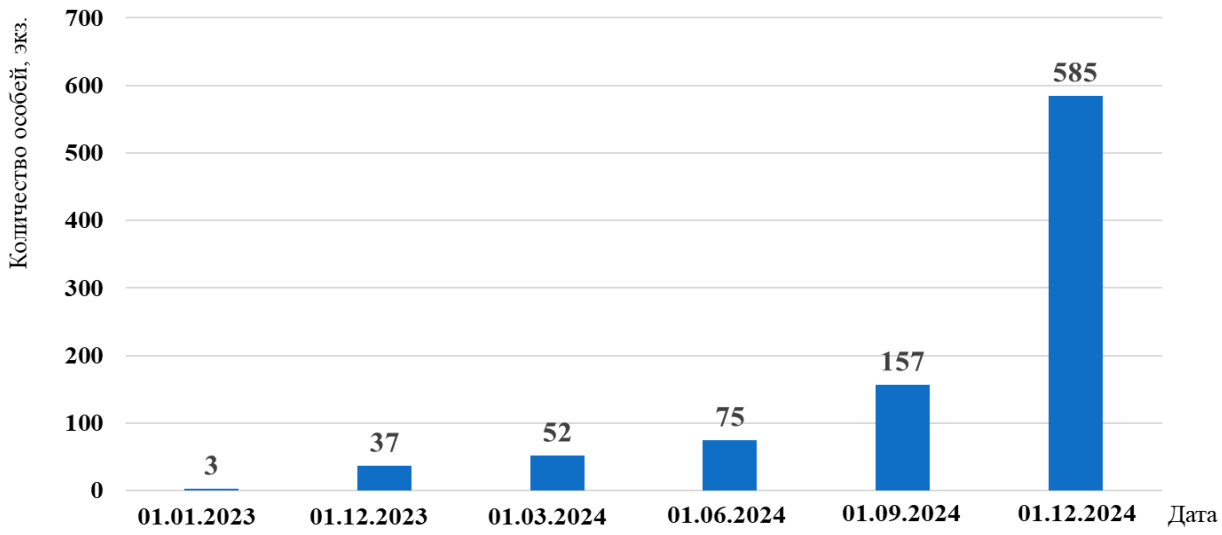

Рисунок 6 – Динамика численности красноклешневого рака в период с 01.01.2023 г. по 01.12.2024 г

За 23 месяца содержания в аквариумах численность разновозрастных особей возросла от 3 экземпляров производителей (1 самец и 2 самки) до 585 экземпляров. Результаты значительного увеличения численности особей рака свидетельствуют о благоприятных условиях содержания. Молодь первого поколения, полученная от двух самок, достигла половой зрелости через 6 месяцев при массе от 18 до 38 г. Производители были дифференцированы по половой принадлежности и рассажены семьями (1 самец и 2–3 самки) в отдельные аквариумы (рис. 7).



А Б

Рисунок 7 – Производители австралийского красноклешневого рака первого поколения А (самец) и Б (самка) – июль 2023 г., аквариальная центра отраслевых компетенций

После процесса спаривания и появления икринок на плеоподах самок, их рассаживали в маточные аквариумы. На рисунке 8 представлена самка красноклешневого рака с развивающейся икрой на плеоподах.



Рисунок 8 – Самка австралийского красноклешневого рака первого поколения с икрой на плеоподах в аквариуме центра отраслевых компетенций

В условиях аквариальной центра отраслевых компетенций вынашивание икры до выклева при температуре 26 °С длилось 44 – 45 суток, при 28 °С 38-40 суток. На рисунке 9 приведены стадии развития икры на плеоподах самки.



А Б В

Г Д Е

Рисунок 9 – Стадии развития икры австралийского красноклешневого рака в аквариуме центра отраслевых компетенций

А – I стадия развития икры, возраст 3 суток; Б – II стадия развития икры, возраст 10 суток; В – III стадия, возраст 25 суток; Г – IV стадия, возраст 35 суток; Д – V стадия, возраст 45 суток; Е – молодь, вышедшая с плеопод самки и самостоятельно живущая в укрытиях в аквариуме (июль 2023 г.)

Нашими наблюдениям за поведением «икряных» самок в маточных аквариумах было выявлено следующее. Отмечали снижение территориальной агрессивности, самки избегали конфликтных ситуаций, предпочитая укрытия для защиты потомства. При условии синхронности стадий развития икры в одном маточном аквариуме содержали по 2 самки, при этом не наблюдали проявления агрессии между ними. Каннибализм по отношению к вылупляющимся личинкам (рачатам) не был отмечен. На основании наших трехлетних наблюдений не было зафиксировано случаев линьки самок в период инкубации, что позволяет предположить её отсутствие до полного высвобождения личинок с плеопод.

По данным ряда авторов самки австралийского красноклешневого рака характеризуются высокой плодовитостью и способностью к многократному размножению в течение года. Они могут приносить потомство 2-3 раза за сезон, при этом каждая кладка содержит от 200 до 800 икринок, а в идеальных условиях УЗВ отмечается высокая выживаемость эмбрионов – до 80-85 % [5-6, 16, 43]. Исследованиями Лагуткиной Л.Ю., Пономаревым С.В., было установлено, что индивидуальная плодовитость самок рака зависит не от возраста, а от их физиологического состояния, времени года, размера и особенно, от массы тела [4-8].

Результаты наших исследований показали, что в условиях аквариальной самки созревают 2 раза в год, количество икринок на плеоподах варьирует от 83 до 338 шт. и зависит от размерно-весовых показателей самок. На рисунке 10 приведены данные, характеризующие динамику зависимости количества икринок от массы самок красноклешневого рака, выращенного в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций.

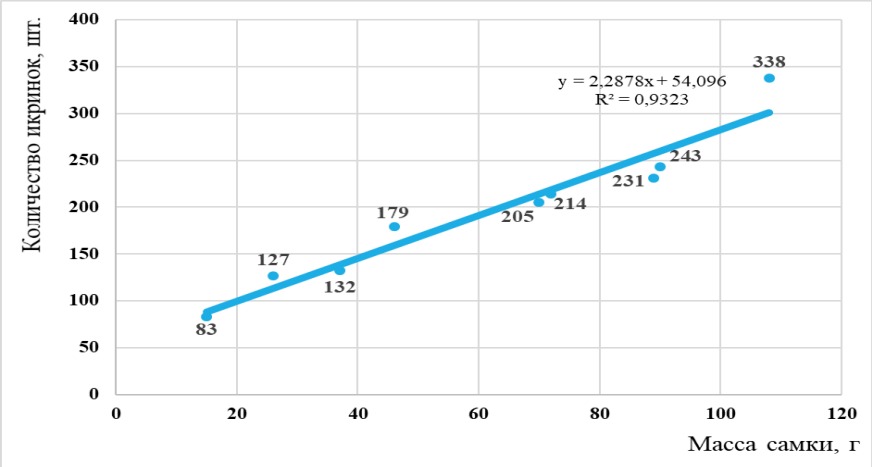

Рисунок 10 – Динамика зависимости количества икринок на плеоподах от массы самок австралийского красноклешневого рака

Из данных, представленных на рисунке 10 видно, что обнаружена линейная зависимость количества икринок на плеоподах от массы самок. Минимальное значение плодовитости – 83 шт. и 132 шт. икринок имели впервые созревшие самки массой 18 г и 38 г, а максимальное количество отмечали у более крупных особей старшего возраста весовой группы 90 г – 115 г, соответственно, 243 шт. и 338 шт. Необходимо отметить, что икра у более крупных самок была лучшего качества, чем у мелких особей, что отразилось на показателях выклева личинок. Выход рачат у самок весовой группы от 90 до 115 г составил в среднем 80 %, а у мелких особей – 60 %.

По данным King C.R., Zhao Y., Meng F., Chen L., Gu Z., Xu G., Liu Q., продолжительность инкубационного периода в значительной степени зависит от температуры [31, 44]. По их сведениям, «при оптимальном диапазоне 25–30 °C развитие икры красноклешневого рака в среднем продолжается около четырех недель». В условиях аквариальной центра отраслевых компетенций продолжительность эмбриогенеза при температуре 26-29 ˚С варьировала от 25 до 32 суток. Выклюнувшиеся личинки имели среднюю массу 0,010 г. – 0,012 г. Выклев эмбрионов из икры происходил путем разрыва оболочки. Свободные эмбрионы после выклева по морфологии в целом были похожи на взрослую особь, но при этом имели ряд отличий, которые были отмечены также и после первой линьки. В связи с этой особенностью первые две стадии развития свободных эмбрионов называют личиночными или постэмбриональными. После второй линьки, когда личинка становится копией взрослой особи, она получает название «молодь» [3].

В соответствии с рекомендациями ФАО и ряда отечественных и зарубежных авторов молодь красноклешневого рака можно подвергать первой сортировке только через месяц. В

возрасте 30 суток молодь считается уже более жизнеспособной [18]. Нами было установлено, что молодь в возрасте 30-32 суток имеет среднюю массу 0,2-0,8 г. Попытка массовой сортировки в этот период вызвала большой процент ее гибели. В связи с этим, тотальная сортировка молоди со взвешиванием и измерением была нами проведена через 60 суток при средней массе 2,32 г при вариабельности массы от 1,6 г до 2,81 г, средней длине 4,0 см при вариабельности от 3,54 см до 4, 6 см.

В течение 263 суток с 29.02. 2025 г. по 21.11.2025 были проведены тотальные обловы и промеры одной и той же группы особей. На рисунке 11 приведены данные по динамике зоологической длины и массы тела красноклешневого рака при выращивании от 60-ти суточного до 323 суточного возрастав условиях аквариальной центра отраслевых компетенций.

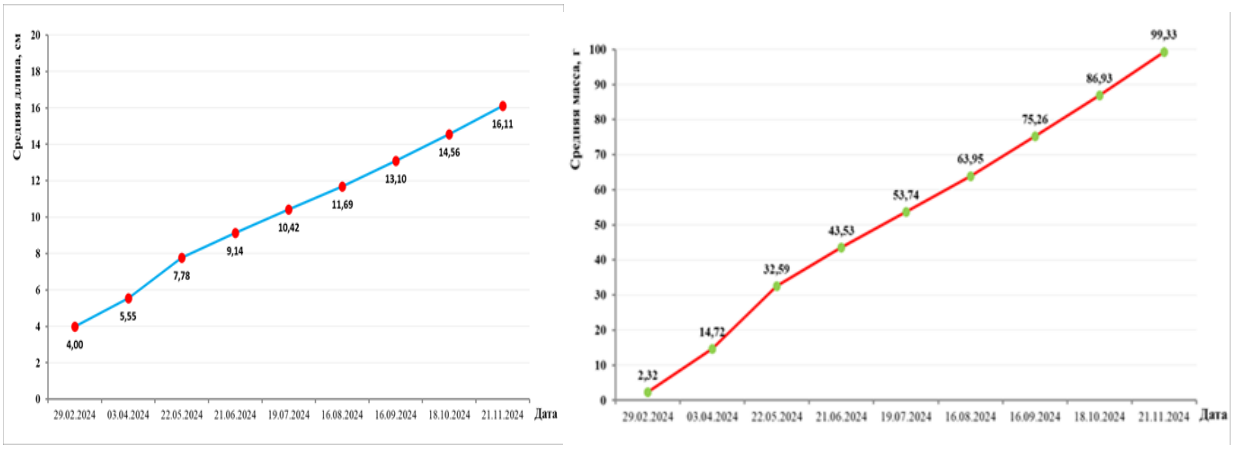

Рисунок 11 – Динамика размерно-весовых показателей красноклешневого рака при выращивании от 60-ти суточного возраста до 323 суточного в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций
А – зоологическая длина; Б – массы тела

Из данных, приведенных на рисунке 11 видно, что в течение 263 суток зоологическая длина рака возросла в 4 раза – от 4,0 см до 16,11 см, а масса тела увеличилась почти в 43 раза – от 2,32 г до 99,33 г.

В таблице 2 приведены результаты выращивания австралийского красноклешневого рака от 60-ти суточного возраста до 323 суточного в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций.

Таблица 2 – Результаты выращивания австралийского красноклешневого рака от 60-ти суточного возраста до 323 суточного в условиях аквариальной центра отраслевых компетенций

Показатели	Значение
Общее количество 60 – ти суточной молоди в начале эксперимента, экз.	150
Общее количество 323 – ти суточных особей в конце эксперимента, экз.	37
Выживаемость, %	24,7
Средняя масса тела 60 –ти суточной молоди, г	2,32 ± 0,3
Средняя масса тела особей в возрасте 323 суток, г	99,33 ± 1,2
Абсолютный прирост по массе тела, г	96,98
Средняя длина (зоологическая) тела 60 –ти суточной молоди, см	4,0 ± 0,2
Средняя длина (зоологическая) тела особей в возрасте 323 сут., см	16,11± 1,1
Абсолютный прирост по длине (зоологической) тела, см	12,11
Период наблюдений, сут.	263
Среднесуточный прирост по массе тела, г/сут.	0,30
Среднесуточный прирост по длине (зоологической) тела, см/сут.	0,05

Из данных приведенных в таблице 2 следует, что показатель выживаемости раков промысловых размеров от двухмесячной молоди относительно невысок и составил 24,7 %. Это обусловлено вынужденным переуплотнением из-за ограниченного количества аквариумов и лотков, и, как следствие – повышенного каннибализма в период линек, особенно, на стадии молоди. Данная проблема будет решена с вводом в эксплуатацию дополнительно к имеющейся аквариальной, приобретенных центром отраслевых компетенций трех установок замкнутого водоснабжения (далее – УЗВ) общим рабочим объемом 5,76 м^3.

Вместе с тем, данные полученные по абсолютным и среднесуточным приростам по массе и длине тела австралийского рака при его выращивании в условиях аквариальной, свидетельствуют о его высоком темпе роста даже в условиях плотной посадки и каннибализма.

Выводы. Таким образом, на основании трехлетних исследований по изучению биологических особенностей австралийского красноклешневого рака при выращивании в искусственных условиях аквариальной с целью создания полноцикловой технологии культивирования индустриальными методами, можно сделать следующие выводы:

– при содержании разновозрастных особей при оптимальном диапазоне температуры 26-28 °С и гидрохимическом режиме, благоприятном для роста, созревания и размножения, удалось разработать полноцикловую технологию культивирования австралийского красноклешневого рака;

– особи австралийского рака достигают половой зрелости за 6 месяцев, при этом минимальная масса впервые созревших самок варьирует от 18,5 до 37 г, длина 6-7 см и 9-10 см, соответственно. Созревшие самки способны давать потомство 2 раза в год;

– количество икринок на плеоподах находится в линейной зависимости с массой самок, у более крупных особей выше индивидуальная плодовитость. У самок, созревших в условиях аквариальной минимальное количество икринок – 83 шт. и 132 шт. имеют мелкие самки массой 18 г и 38 г, а максимальное количество отмечено у более крупных особей старшего возраста весовой группы 90 г – 115 г, соответственно, 243 шт. и 338 шт. У более крупных самок икра лучшего качества, чем у мелких особей, что отражается на показателях выклева личинок. Выход рачат у самок весовой группы от 90 до 115 г составляет в среднем 80 %, а у мелких особей – 60 %;

– продолжительность эмбриогенеза при температуре 26-28 ˚С варьирует от 25 до 32 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют среднюю массу 0,010 г. – 0,012 г, в возрасте 30-32 суток – 0,2-0,8 г, 60 суток –1,6 – 2,81 г;

– промысловой массы 50–60 г особи красноклешневого рака достигают за 5-6 месяцев выращивания;

– темп роста высокий: при выращивании двухмесячной молоди в течение 263 суток масса тела возросла в 43 раза – от 2,32 г до 99,33 г, зоологическая длина тела в 4 раза – от 4,0 см до 16,11 см, среднесуточный прирост массы составил 0,30 г/сут., длины тела – 0,05 см/сут.

– показатель выживаемости раков промысловых размеров от двухмесячной молоди относительно невысок и составил 24,7 %, что обусловлено вынужденным переуплотнением из-за ограниченного количества аквариумов и лотков, и, как следствие – повышенного каннибализма в период линек, особенно, на стадии молоди. Предусмотрен ввод в эксплуатацию УЗВ общим рабочим объемом 5,76 м^3.

Список использованной литературы:

1. Cherax quadricarinatus. Cultured Aquatic Species Information Programme. Rome: FAO. 2024. URL: https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/cherax_quadricarinatus/en (дата обращения: 17.01.2024).
2. Мировое производство аквакультуры в 2016-2020 гг. М.: ВНИРО, 2022. 252 с.
3. *Киселёв А.Ю., Новосельцев Г.Е., Филатов В.И*. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением. М.: ВНИИПРХ, 1995. 12 с.
4. *Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В*. Новый объект тепловодной аквакультуры австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) // Вестник Астраханского

государственного технического университета. 2008. № 6 (47). С. 220–223.
5. *Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В.* Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) // Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. 2010. № 4 (33). С. 64–68.
6. *Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В.* К морфометрическим показателям австралийских раков *Cherax quadricarinatus* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2010. № 2. С. 14–18.
7. Патент № 2437566 RUS. Комбикорм для тропических раков и пресноводных креветок / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев, М.М. Пахомов. А 23 К 1/18. 28.06. 2010.
8. *Лагуткина Л.Ю., Пономарев С.В.* Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 5. С. 67–71.
9. *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.
10. *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 индустриальных условиях // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2023. Т. 210. № 7. С. 458–469.
11. *Holdich D.M.* Background and functional morphology // Biology of Freshwater Crayfish. Oxford: Blackwell Science, 2002. P. 635–670.
12. *Черкашина Н.Я.* Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. Ростов н/Д: Медиа-полис, 2007. 118 с.
13. *Thompson K.R., Muzinic L.A., Yancey D.H., Webster C.D., Rouse D.B., Xiong Y*. 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. 2004. Vol. 16. P. 117–129.
14. *Александрова Е.Н.* Выращивание речных раков в прудах на сформированной кормовой базе // Зоотехния. 2015. № 10. С. 7–8.
15. *Александрова Е.Н*. Длиннопалый рак как объект разведения в водоемах бассейна реки Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 9–19.
16. *Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Жигин А.В., Никонова И.Н., Кряхова Н.В.* Аквакультура австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). Монография. М.: ВНИРО, 2024. 200 с.
17. *Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noel P.Y., Reynolds J.D., Haffner P*. Atlas of crayfish in Europe. Paris: Museum national d`Histoire naturelles, 2006. Vol. 64. 188 p.
18. *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) // FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Rome: FAO Publ., 2012. 209 p.
19. *Черкашина Н.Я., Тевяшова О.Е., Карпенко В.Н., Новикова Е.С*. Состояние популяции рака рода *Astacus* в водоемах Азово-Донского бассейна в условиях антропогенного воздействия // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1996. С. 206–211.
20. *Будников К.Н*. Рак, его разведение и промысел. М.: КОИЗ, 1932. 62 с.
21. *Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В.* Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1898). М.: ВНИРО, 2013. 47 с.
22. *Лакин Г.Ф*. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
23. *Tropea C., Piazza Y., Greco L.S.L.* Effect of long-term exposure to high temperature on survival, growth and reproductive parameters of the “redclaw” crayfish *Cherax quadricarinatus* // Aquaculture. 2010. Vol. 302. № 1–2. P. 49–56.
24. *De Bock M.S., Greco L.S.L.* Sex reversal and growth performance in juvenile females of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae): effect of increasing temperature and

androgenic gland extract in the diet // Aquaculture International. 2010. № 18. P. 231–243.
25. *Нгуен Т.Т., Крючков В.Н.* Влияние температуры на развитие гонад австралийских раков *Cherax quadricarinatus* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2014. № 3. С. 110–115.
26. *Жигин А.В., Арыстангалиева В.А., Клишин С.С.* Опыт кормления молоди австралийского красноклешневого рака личинками комнатной мухи // Доклады ТСХА. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. Вып. 289. Ч. III. С. 116–118.
27. *Жигин А.В., Арыстангалиева В.А., Ковачева Н.П.* Влияние температуры воды на рост и выживаемость австралийских красноклешневых раков // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2017. Ч. 1. С. 86–89.
28. *Lawrence C., Jones C.* Chapter 17. Cherax // Biology of freshwater crayfish. Oxford: Blackwell Science, 2002. P. 635–670.
29. *Veselý L., Buřič M., Kouba A.* Hardy exotics species in temperate zone: Can "warm water" crayfish invaders establish regardless of low temperatures? // Scientific Reports. 2015. Vol. 5. № 1. e16340. P. 1–7.
30. *Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A.* Effects of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* // Journal of the World Aquaculture Society. 2002. Vol. 33. № 2. P. 188–198.
31. *King C.R.* Egg development time and storage for redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens // Aquaculture. 1993a. Vol. 109. № 3–4. P. 275–280.
32. *King C.R.* Potential fecundity of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, in culture // Aquaculture. 1993б. Vol. 114. № 3–4. P. 237–241.
33. *King C.R.* Growth and survival of redclaw crayfish 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. 1994. Vol. 122. № 1. P. 75–80.
34. *Арыстангалиева В.А.* Разработка технологии выращивания посадочного материала австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в установке с замкнутым водоиспользованием: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01 / Венера Адиловна Арыстангалиева. Москва, 2017. 24 с.
35. *Зволинский В.П., Зайцев В.Ф., Крючков В.Н., Волкова И.В., Матвеева Н.И., Исамбекова Г.Е.* Изучение адаптивного потенциала австралийского рака *Cherax quadricarinatus*, культивируемого в Астраханской области // Экологические аспекты природопользования Северного Прикаспия. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2017б. С. 349–393.
36. *Зволинский В.П., Зайцев В.Ф., Крючков В.Н., Волкова И.В., Матвеева Н.И., Абугалиева Д.К.* Селекция австралийского рака *Cherax quadricarinatus* по морфометрическим показателям // Экологические аспекты природопользования Северного Прикаспия. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2017а. С. 254–298.
37. *Romano N., Zeng C.* Toxic effects of ammonia, nitrite, and nitrate to decapod crustaceans: A review on factors influencing their toxicity, physiological consequences, and coping mechanisms // Reviews in Fisheries Science. 2013. Vol. 21. № 1. P. 1–21.
38. *Timmons M.B., Ebeling J.M.* Recirculating aquaculture. Chapter 7. Biofiltration. Ithaca. NY: Ithaca Publishing Company LLC, 2013. 788 p.
39. *Jones C.M., Ruscoe I.M.* Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions // Aquaculture. 2000. Vol. 189. № 1–2. P. 63–71.
40. *Masser M.P., Rouse D.B.* Australian red claw crayfish // SRAC Publication. 1997. № 244. P. 1–

8.
41. *Villarreal C.H., Peláez J*. Biología y cultivo de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus* // Manual de Producción. La Paz, B.C.S, Mexico: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Acuacultivos Santo Domingo, 1999. 250 p.
42. *Villareal C.H., Páramo J.N.* Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (redclaw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola // Industria Acuícola. 2006. Vol. 2. № 4. 16 p.
43. *Жигин А.В., Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Загорская Д.С., Арыстангалиева В.А*. Выращивание австралийского красноклешневого рака в циркуляционной установке // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 61–70.
44. *Zhao Y., Meng F., Chen L., Gu Z., Xu G., Liu Q*. Effects of different gradient temperatures on embryonic development of the *Cherax quadricarinatus* (Crustacea, Decapoda) // Journal of Lake Science. 2000. Vol. 12. № 1. P. 59–62.

References:

1. *Cherax quadricarinatus*. *Cultured Aquatic Species Information Programme*. Rome, FAO Publ., 2024. (In English). Available at: https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/cherax _quadricarinatus/en (accessed 17.01.2024).
2. *Mirovoe proizvodstvo akvakul'tury v 2016–2020 gg.* [Global production of aquaculture in 2016–2020]. Moscow, VNIRO Publ., 2022, 252 p. (In Russian).
3. Kiselev A.Yu., Novosel'tsev G.E., Filatov V.I. *Tekhnologiya vyrashchivaniya molodi rakov do massy 1 g v ustanovkakh s zamknutym vodosnabzheniem* [Technology for rearing crayfish juveniles up to the weight of 1 g in recirculating aquaculture systems]. Moscow, VNIIPRKH Publ., 1995, 12 p. (In Russian).
4. Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V. Novyy ob"ekt teplovodnoy akvakul'tury avstraliyskiy krasnokleshnevyy rak (Cherax quadricarinatus) [New target for warm water aquaculture, the Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Vestnik of Astrakhan State Technical University], 2008, no. 6 (47), pp. 220–223. (In Russian).
5. Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V. Sposob vyrashchivaniya avstraliyskikh rakov *(Cherax quadricarinatus)* [The method of Australian crayfish (*Cherax quadricarinatus*) breeding]. *Estestvennye nauki. Zhurnal fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy* [Natural Sciences. Journal of Fundamental and Applied Research], 2010, no. 4 (33), pp. 64–68. (In Russian).
6. Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V. K morfometricheskim pokazatelyam avstraliyskikh rakov *(Cherax quadricarinatus)* [On morphometric parameters of Australian crayfish (*Cherax quadricarinatus*)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry], 2010, no. 2, pp. 14–18. (In Russian).
7. Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V., Pakhomov M.M. *Kombikorm dlya tropicheskikh rakov i presnovodnykh krevetok* [Compound feed for tropical crayfish and freshwater prawns]. Patent RUS no. 2437566, A 23 K 1/18, 2010. (In Russian).
8. Lagutkina L.Yu., Ponomarev S.V. Sposob vyrashchivaniya avstraliyskikh rakov (Sherax quadricarinatus) [Method of growing Australian crayfish (Cherax quadricarinatus)]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish Farming and Fish Industry], 2012, no. 5, pp. 67–71. (In Russian).
9. Pyatikopova O.V., Ankesheva B.M., Tangatarova R.R., Bedritskaya I.N. Gidrokhimicheskie usloviya vyrashchivaniya avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka (Cherax quadricarinatus) v Astrakhanskoy oblasti [Some aspects of the growing conditions of the Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in the Astrakhan Region]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Biouresources & Environment], 2022, vol. 5, no. 3, pp. 32–47. (In Russian).
10. Pyatikopova O.V., Kharchenko N.N., Bedritskaya I.N., Ankesheva B.M., Tangatarova R.R., Romanenkova E.N. Rekomendatsii po vyrashchivaniyu molodi avstraliyskogo

krasnokleshnevogo raka *(Cherax quadricarinatus)* v industrial'nykh usloviyakh [Recommendations for growing young Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in industrial conditions]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo* [Fish Breeding and Fisheries], 2023, vol. 210, no. 7, pp. 458–469. (In Russian).
11. Holdich D.M. Background and functional morphology. *Biology of Freshwater Crayfish*. Oxford, Blackwell Science, 2002, pp. 635–670. (In English).
12. Cherkashina N.Ya. *Sbornik instruktsiy po kul'tivirovaniyu rakov i dinamike ikh* populyatsiy [Collection of guidelines on the cultivation of crayfish and their population dynamics]. Rostov-on-Don, Media-polis Publ., 2007, 118 p. (In Russian).
13. Thompson K.R., Muzinic L.A., Yancey D.H., Webster C.D., Rouse D.B., Xiong Y. 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,* 2004, vol. 16, pp. 117–129. (In English).
14. Aleksandrova E.N. *Vyrashchivanie rechnykh rakov v prudakh na sformirovannoy kormovoy baze* [Rearing of freshwater crayfish in ponds on the developed fodder supply]. *Zootekhniya* [Zootechnics], 2015, no. 10, pp. 7–8. (In Russian).
15. Aleksandrova E.N. *Dlinnopalyy rak kak ob"ekt razvedeniya v vodoemakh basseyna reki Volgi* [Long clawed crayfish as an object of breeding in water bodies of the River Volga basin]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry], 2016, no. 4, no. 9–19. (In Russian).
16. Borisov R.R., Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Nikonova I.N., Kryakhova N.V. *Akvakul'tura avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868). Monografiya* [Aquaculture of the Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868)]. Moscow, VNIRO Publ., 2024, 200 p. (In Russian).
17. Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noel P.Y., Reynolds J.D., Haffner P. *Atlas of crayfish in Europe*. Paris, Museum national d`Histoire naturelles, 2006, vol. 64, 188 p. (In English).
18. Cherax quadricarinatus (Von Martens, 1868). *FAO*. *The state of world fisheries and aquaculture*. Rome, FAO Publ., 2012, 209 p. (In Russian).
19. Cherkashina N.Ya., Tevyashova O.E., Karpenko V.N., Novikova E.S. Sostoyanie populyatsii raka roda Astacus v vodoemakh Azovo-Donskogo basseyna v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya [Population status of the crayfish of *Astacus* genus in the water bodies of the Azov-Don Basin in the context of anthropogenic pressure]. *Osnovnye problemy rybnogo khozyaystva i okhrany rybokhozyaystvennykh vodoemov Azovskogo basseyna* [The Main Problems of Fisheries and Protection of Waterbodies with Fisheries in the Azov and Black Sea Basin]. Rostov-on-Don, AzNIIRKH Publ., 1996, pp. 206–211. (In Russian).
20. Budnikov K.N. *Rak, ego razvedenie i promysel* [Crayfish, its cultivation and fishing]. Moscow, KOIZ Publ., 1932, 62 p. (In Russian).
21. Borisov R.R., Kovacheva N.P., Akimova M.Yu., Parshin-Chudin A.V. *Biologiya i kul'tivirovanie avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka Cherax quadricarinatus (Von Martens, 1898)* [Biology and cultivation of the Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1898)]. Moscow, VNIRO Publ., 2013, 47 p. (In Russian).
22. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1980, 293 p. (In Russian).
23. Tropea C., Piazza Y., Greco L.S.L. Effect of long-term exposure to high temperature on survival, growth and reproductive parameters of the “redclaw” crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture,* 2010, vol. 302, no. 1–2, pp. 49–56. (In English).
24. De Bock M.S., Greco L.S.L. Sex reversal and growth performance in juvenile females of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae): effect of increasing temperature and androgenic gland extract in the diet. *Aquaculture International*, 2010, no. 18, pp. 231–243. (In English).
25. Nguen T.T., Kryuchkov V.N. Vliyanie temperatury na razvitie gonad avstraliyskikh rakov Cherax quadricarinatus [Influence of the temperature on the development of the gonads of the

Australian crayfish Cherax quadricarinatus]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo* [Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry], 2014, no. 3, pp. 110–115. (In Russian).

26. Zhigin A.V., Arystangalieva V.A., Klishin S.S. Opyt kormleniya molodi avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka lichinkami komnatnoy mukhi [Practice of feeding the Australian redclaw crayfish juveniles with the housefly larvae]. *Doklady TSKhA* [Reports of the Timiryazev Agricultural Academy]. Moscow, Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet – MSKhA im. K.A. Timiryazeva Publ., 2017, № 289, part 3, pp. 116–118. (In Russian).
27. Zhigin A.V., Arystangalieva V.A., Kovacheva N.P. Vliyanie temperatury vody na rost i vyzhivaemost' avstraliyskikh krasnokleshnevykh rakov [Effect of water temperature on the growth and survival rate of the Australian redclaw crayfish]. *Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 75-letiyu rybokhozyaystvennogo obrazovaniya na Kamchatke «Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, dedicated to the 75th Anniversary of the fisheries education in Kamchatka “Natural resources, their current state, protection, commercial and technical exploitation”]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Kamchatskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet Publ., 2017, part 1, pp. 86–89. (In Russian).
28. Lawrence C., Jones C. Chapter 17. Cherax. *Biology of freshwater crayfish*. Oxford, Blackwell Science, 2002, pp. 635–670. (In English).
29. Veselý L., Buřič M., Kouba A. Hardy exotics species in temperate zone: Can "warm water" crayfish invaders establish regardless of low temperatures? *Scientific Reports,* 2015, vol. 5, no. 1, e16340, pp. 1–7. (In English).
30. Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A. Effects of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2002, vol. 33, no. 2, pp. 188–198. (In English).
31. King C.R. Egg development time and storage for redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens. *Aquaculture*, 1993a, vol. 109, no. 3–4, pp. 275–280. (In English).
32. King C.R. Potential fecundity of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, in culture. *Aquaculture*, 1993b, vol. 114, no. 3–4, pp. 237–241. (In English).
33. King C.R. Growth and survival of redclaw crayfish 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,* 1994, vol. 122, no. 1, pp. 75–80. (In English).
34. Arystangalieva V.A. *Razrabotka tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka (Cherax quadricarinatus) v ustanovke s zamknutym vodoispol'zovaniem: Avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk* [Development of the technology for rearing the stocking material of the Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in the recirculating aquaculture system. Cand. agr. sci. diss abstr.]. Moscow, 2017, 24 p. (In Russian).
35. Zvolinskiy V.P., Zaytsev V.F., Kryuchkov V.N., Volkova I.V., Matveeva N.I., Isambekova G.E. Izuchenie adaptivnogo potentsiala avstraliyskogo raka Cherax quadricarinatus, kul'tiviruemogo v Astrakhanskoy oblasti [Study of the adaptive potential of the Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* cultivated in the Astrakhan Region]. *Ekologicheskie aspekty prirodopol'zovaniya Severnogo Prikaspiya* [Ecological Aspects of Nature Exploitation in the Northern Caspian Sea Region], Volgograd, Volgogradskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet Publ., 2017b, pp. 349–393. (In Russian).
36. Zvolinskiy V.P., Zaytsev V.F., Kryuchkov V.N., Volkova I.V., Matveeva N.I., Abugalieva D.K. Selektsiya avstraliyskogo raka *Cherax quadricarinatus* po morfometricheskim pokazatelyam [Selective breeding of the Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* based on morphometric characteristics]. *Ekologicheskie aspekty prirodopol'zovaniya Severnogo Prikaspiya* [Ecological Aspects of Nature Exploitation in the Northern Caspian Sea Region].

Volgograd, Volgogradskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet Publ., 2017a, pp. 254–298. (In Russian).
37. Romano N., Zeng C. Toxic effects of ammonia, nitrite, and nitrate to decapod crustaceans: A review on factors influencing their toxicity, physiological consequences, and coping mechanisms. *Reviews in Fisheries Science*, 2013, vol. 21, no. 1, pp. 1–21. (In English).
38. Timmons M.B., Ebeling J.M. *Recirculating aquaculture.* Chapter 7. Biofiltration. Ithaca, NY, Ithaca Publishing Company LLC, 2013, 788 p. (In English).
39. Jones C.M., Ruscoe I.M. Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions. *Aquaculture*, 2000, vol. 189, no. 1–2, pp. 63–71. (In English).
40. Masser M.P., Rouse D.B. Australian red claw crayfish. *SRAC Publication*, 1997, no. 244, pp. 1–8.
41. Villarreal C.H., Peláez J. Biología y cultivo de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus. Manual de Producción*. La Paz, B.C.S, Mexico, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Acuacultivos Santo Domingo, 1999, 250 p. (In Spanish).
42. Villareal C.H., Páramo J.N. Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (redclaw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola. *Industria Acuícola*, 2006, vol. 2, no. 4, 16 p. (In Spanish).
43. Zhigin A.V., Borisov R.R., Kovacheva N.P., Zagorskaya D.S., Arystangalieva V.A. Vyrashchivanie avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka v tsirkulyatsionnoy ustanovke [Cultivation of Australian red-claw crayfish in circulation systems]. *Rybnoe khozyaystvo* [Fisheries], 2017, no. 1, pp. 61–70. (In Russian).
44. Zhao Y., Meng F., Chen L., Gu Z., Xu G., Liu Q. Effects of different gradient temperatures on embryonic development of the *Cherax quadricarinatus* (Crustacea, Decapoda). *Journal of Lake Science*, 2000, vol. 12, no. 1, pp. 59–62. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Туркулова Валентина Николаевна	руководитель центра отраслевых компетенций управления перспективного развития молодежи, старший преподаватель кафедры водных биоресурсов и марикультуры Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vnt201055@mail.ru
Turkulova Valentina Nikolaevna	Head of the Center of Sectoral Expertise at the Administration for Youth Strategic Development, Senior Lecturer of the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str.,82 vnt201055@mail.ru
Рутковская Алина Андреевна	студент 4-го курса направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», лаборант центра отраслевых компетенций управления перспективного развития молодежи Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 slyerin@mail.ru
Rutkovskaya Alina Andreevna	4th year student in Aquatic Bioresources and Aquaculture, a laboratory assistant at the Center for Industry Competencies of the Department for Prospective Youth Development Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str.,82 slyerin@mail.ru

Поплавский Алексей Андреевич	аспирант по направлению подготовки Гидробиология, специалист по водным биоресурсам центра отраслевых компетенций управления перспективного развития молодежи Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 krankenlord@yandex.ru
Poplavskiy Aleksey Andreevich	Postgraduate student in the degree programme Hydrobiology, Specialist in Aquatic Bioresources at the Center of Sectoral Expertise at the Administration for Youth Strategic Development Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str.,82 krankenlord@yandex.ru