Водные биоресурсы и среда обитания
2026, том 9, номер 2, с. 58–76
http://journal.azniirkh.ru, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Aquatic Bioresources & Environment
2026, vol. 9, no. 2, pp. 58–76
http://journal.azniirkh.ru, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 639.517
https://doi.org/10.47921/2619-1024_2026_9_2_58
EDN: STKCWH

Для цитирования: Павлюк А.А., Сергеева С.Г., Белоусов В.Н., Полин А.А., Стригунов А.М. Результаты экспериментального получения и выращивания молоди длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) в индустриальных условиях. *Водные биоресурсы и среда обитания.* 2026. Т. 9, № 2: 58–76. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2026_9_2_58.

For citation: Pavlyuk A.A., Sergeeva S.G., Belousov V.N., Polin A.A., Strigunov A.M. Results of experimental production and rearing of juvenile narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in industrial culture. *Aquatic Bioresources & Environment.* 2026. Vol. 9, no. 2: 58–76. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2026_9_2_58. (In Russian).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОЛУЧЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ДЛИННОПАЛОГО РАКА *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* (ESCHSCHOLTZ, 1823) В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

А. А. Павлюк, С. Г. Сергеева*, В. Н. Белоусов, А. А. Полин, А. М. Стригунов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Южный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Южный»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
**E-mail: sergeevasg@azniirkh.vniro.ru*

Аннотация

Введение. Одним из способов удовлетворить возросший спрос на продукцию ракообразных является выращивание длиннопалого рака в искусственных условиях. ***Актуальность.*** Разведение раков в лотках, аквариумах, а в последнее время и в условиях УЗВ осуществляется достаточно успешно, однако вопросы биотехники требуют серьезной проработки, в т. ч. подбора оптимальных условий выращивания и кормления. ***Целью*** исследования является отработка нормативов и основных элементов технологической схемы получения жизнестойкой молоди длиннопалого рака, включающих условия транспортировки и содержания зрелых самок, плотность посадки и темпы роста молоди, ее выживаемость в зависимости от условий содержания. ***Методы.*** Объектом исследования являлись производители длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), заготовленные в естественной среде обитания, и его молодь. При проведении эксперимента использовались рыбоводно-биологические методы постановки опыта, применялись гидрохимические, биотехнические методы исследования в соответствии с общепринятыми методиками. ***Результаты.*** Исследования проводились в

© 2026 А. А. Павлюк, С. Г. Сергеева, В. Н. Белоусов и др.

несколько этапов: отлов, транспортировка и отбор производителей; содержание производителей; получение ранней молоди, подращивание молоди. Общая продолжительность эксперимента составила 6 месяцев. В эксперименте исследовали темпы роста и выживаемость молоди при групповом и индивидуальном содержании. Плотность посадки варьировала от 22 до 330 экз./м^2. В каждом варианте с общим содержанием молоди рака был отмечен большой отход, что связано с проявлениями каннибализма в отношении линяющих особей. Наличие укрытий и повышенные рационы кормления уровень каннибализма снижали незначительно. Молодь длиннопалого рака активно потребляла искусственный корм и предложенные варианты живых и растительных кормов по разработанной схеме кормления. ***Заключение.*** На основании проведенных экспериментальных работ по получению и выращиванию молоди длиннопалого рака в индустриальных условиях установлены оптимальные показатели для ее получения и содержания. Описаны основные этапы биотехники заготовки, транспортировки, передерживания и содержания самок с икрой. Проведен анализ темпов роста и уровня выживаемости молоди в зависимости от плотности посадки, определена потребность в укрытиях. Разработана схема кормления искусственными и живым кормами.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения (УЗВ), длиннопалый рак, молодь, плотность посадки, каннибализм, выживаемость, кормление

RESULTS OF EXPERIMENTAL PRODUCTION AND REARING OF JUVENILE NARROW-CLAWED CRAYFISH *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* (ESCHSCHOLTZ, 1823) IN INDUSTRIAL CULTURE

A. A. Pavlyuk, S. G. Sergeeva*, V. N. Belousov, A. A. Polin, A. M. Strigunov

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"), Southern Branch of the FSBSI "VNIRO" ("Southern"), Rostov-on-Don 344002, Russia
**E-mail: sergeevasg@azniirkh.vniro.ru*

Abstract

Background. One of the ways to meet the increased demand for crustacean products is to grow narrow-clawed crayfish in artificial conditions. ***Relevance.*** The breeding of crayfish in trays, aquariums, and, more recently, in recirculating aquaculture systems has been carried out quite successfully; however, the issues of biotechnics require its thorough examination and improvement, including the identification of optimal conditions for crayfish cultivation and feeding. The ***aim*** of this study is to develop standards and the main elements of the technological procedure for obtaining viable juveniles of the narrow-clawed crayfish—in particular, the conditions for transporting and keeping mature females, the stocking density and growth rate of juveniles, as well as their survival rate depending on the rearing environment. ***Methods.*** The subjects of this study were the breeders of the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) harvested in their natural habitat, as well as its juveniles. The experiment was conducted using fish farming and biological methods, as well as hydrochemical and biotechnical research techniques, in accordance with generally accepted procedures. ***Results.*** The study was conducted in several stages: catching, transporting, and selecting the breeders; keeping the breeders in culture environment; obtaining early juveniles; and rearing the juveniles. The total duration of the experiment was 6 months. The experiment investigated the growth rates and survival of juveniles under group and individual rearing conditions. The stocking density varied from 22 to 330 ind./m^2. In each case of group rearing, a large number of juveniles died due to cannibalism directed at molting individuals. The presence of shelters and increased feeding rations only slightly reduced the level of cannibalism. The juvenile narrow-clawed crayfish actively fed on the artificial feed and on the offered live and plant-based feeding options introduced according to the developed feeding scheme. ***Conclusion.*** Based on the experimental work conducted on obtaining and rearing juvenile narrow-clawed crayfish in industrial culture, the optimal parameters for its production and rearing have been identified. The main biotechnical stages of harvesting, transportation, adaptation, and keeping egg-bearing females have been described. The growth and

survival rates of juveniles have been analyzed in relation to their stocking density, and the need for shelters has been determined. A feeding scheme incorporating artificial and live feeds has been developed.

Keywords: recirculating aquaculture system (RAS), narrow-clawed crayfish, juveniles, stocking density, cannibalism, survival rate, feeding

ВВЕДЕНИЕ

Возросшая потребность в диетической пищевой продукции из десятиногих ракообразных требует их крупномасштабного выращивания. В последние годы в мировой практике в условиях аквакультуры выращивали до 12 млн т десятиногих ракообразных, что в два раза превосходило их вылов из естественных водоемов (5,5 млн т) [1]. Однако в России объемы производства раков к 2020 г. не превышали 31 т [2]. Возможность применения товарного выращивания раков как альтернативы избыточному прессу изъятия обуславливает целесообразность разработки технологических подходов к их аквакультуре. Наряду с товарным выращиванием речных раков, важным направлением является их культивирование в рамках искусственного воспроизводства для поддержания численности естественных популяций этих ценных объектов.

Длиннопалый рак *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) является достаточно перспективным объектом в контексте проработки различных аспектов аквакультуры ракообразных в России. Для него имеется несколько разработанных подходов к культивированию, включающих экстенсивные и интенсивные элементы [3–7], однако среди них отсутствуют полноцикловые технологические схемы.

Выращиванием раков в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) в России активно не занимались по ряду причин, одной из которых является отсутствие эффективных биотехнических разработок, в связи с чем усовершенствование таких технологий в современных условиях весьма актуально. Важным моментом является комплексное обобщение методик получения молоди длиннопалого рака в контексте непрерывного развития технологий выращивания данного вида [8]. Результаты анализа немногочисленных разработок по выращиванию длиннопалого рака в индустриальных условиях свидетельствуют о том, что разведение раков в лотках и аквариумах осуществляется достаточно успешно, однако вопросы биотехники требуют серьезной проработки, в т. ч. подбора оптимальных условий выращивания и кормления [9]. Успешность подращивания молоди раков в аквакультуре определяется многими факторами: качеством водной среды (температура, pH, кислородный режим, чистота воды, фотопериод и пр.), качеством корма и режимом питания, контролем заболеваний, размерами и возрастом особей, плотностью их посадки [10]. Наиболее сложным в использовании технологий разведения раков является период раннего онтогенеза — развития ранней молоди.

Целью настоящих исследований является отработка нормативов и основных элементов технологической схемы получения жизнестойкой молоди длиннопалого рака, включающих условия транспортировки и содержания зрелых самок, плотность посадки и темпы роста молоди, ее выживаемость в зависимости от условий содержания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись производители и молодь длиннопалого рака. Работы были выполнены в условиях аквариального комплекса Центра аквакультуры Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») в период с апреля по сентябрь 2024 г. Эксперимент проводился по схеме, включающей семь этапов, общая продолжительность которого с момента отлова производителей до получения подрощенной молоди (сеголетков) составляла 6 месяцев:

1. Отлов производителей в весенний период (с марта по апрель). Продолжительность периода — 1,5 месяца.
2. Передержка и транспортировка производителей к месту проведения эксперимента. Продолжительность периода — 3 дня.
3. Адаптационная передержка самок с доведением температуры до 22 °С. Продолжительность периода — 4 дня.
4. Размещение самок в лотки УЗВ и инкубационные емкости, представляющие собой пластиковые контейнеры разного объема, с

температурой 22–23 °C для получения молоди. Продолжительность периода — до 1 дня.

5. Получение ранней молоди (I стадии) длиннопалого рака. Продолжительность периода — 4 недели.
6. Распределение молоди (III стадии) по нескольким экспериментальным группам для выявления оптимальных факторов подращивания, таких как плотность посадки, вид и количество укрытий, алгоритм кормления, значения гидрохимических показателей среды, а также для установления темпов роста и отхода. Продолжительность периода — 3 месяца.
7. Определение оптимальных условий содержания для получения наибольшего количества жизнестойкой молоди длиннопалого рака и ее подращивания.

Заготовка зрелых самок с икрой осуществлялась в весенний период с марта по апрель после наступления устойчивых положительных температур в акватории р. Дон в месте впадения р. Маныч (Ростовская область). Отлов проводили с использованием многоходовых раколовок. Для эксперимента отбирали особей длиной не менее 8 см, массой не менее 35 г, не имеющих травм и признаков каких-либо заболеваний, с большим количеством на плеоподах оплодотворенной икры на стадии глазка (бурого или черного цвета).

Доставленные в аквариальный комплекс самки были размещены на адаптационную передержку в емкости при активной аэрации. Температура воды в емкостях течение 4 суток была постепенно увеличена с 18 до 22 °C.

После адаптационной передержки было испытано три варианта содержания:

– вариант I — размещение в семи емкостях по 2 особи в каждой;
– вариант II — индивидуальное размещение в специально разработанной сетчатой конструкции, состоящей из 5 отсеков, которую устанавливали в лоток УЗВ. В каждом отсеке размещали одну самку, кормовой столик и укрытие в виде трубы;
– вариант III — совместное содержание 5 особей в лотке УЗВ с достаточным количеством укрытий, но не разделенном на секции.

УЗВ представляла собой трехуровневую металлическую каркасную конструкцию, на каждом уровне которой размещали по два полипропиленовых лотка (рис. 1). Длина каждого лотка составляла 200 см, ширина — 75 см, высота — 25 см, высота столба воды — 20 см, объем — 300 л. Нижний ярус УЗВ состоял из двух лотков, сообщающихся между собой, отстойника и фильтра биологической очистки. Биологический фильтр был оснащен специальной загрузкой, в резервуар которой заливалась бактериальная культура для подготовки воды. Водоснабжение верхнего яруса обеспечивали за счет водонапорного насоса, который прогонял воду наверх по системе труб через ультрафиолетовую лампу. УФ-лампа очищала воду от вредоносных бактерий. Подаваемая на верхний уровень вода через систему слива поступала на средний, а затем на нижний ярусы. Самки и молодь содержались только на верхнем и среднем ярусах.

Молодь II стадии развития разместили в лотки УЗВ при разной плотности посадки (от 22 до 330 экз./м^2), а также в аквариумы размером 56×25×33 см для индивидуального содержания.

Контроль темпа роста раков осуществляли с периодичностью один раз в неделю. Измерения длины самок и подросшей молоди проводили с помощью штангенциркуля или ихтиологической линейки, измерение ранней молоди — с помощью стереомикроскопа, оснащенного окуляр-микрометром. Для определения массы самок и подрощенной молоди применяли электронные весы с диапазоном измерения 0,01–500 г (±0,01 г), раннюю молодь взвешивали на весах с диапазоном измерения 0,01–200 г (±0,01 г). Выживаемость молоди оценивалась прямым подсчетом особей.

Кормление самок во время вынашивания икры и ранней молоди производили один раз в день. Использовали сухой корм TetraMin Granules (производитель Tetra Werke, Германия).

Лотки были оснащены укрытиями, соответствующими размеру молоди (с заменой по мере их роста). Количество укрытий — не менее трех на одну особь.

На протяжении всего эксперимента укрытия мыли и обрабатывали 2%-ным раствором поваренной соли (NaCl). Уборку продуктов жизнедеятельности и остатков корма проводили ежедневно. По мере роста молоди раков меняли укрытия. В аквариумах, где рачата содержались индивидуально, замену воды (не менее 20 % от общего объема) осуществляли 2 раза в неделю.



Рис. 1. Модуль системы УЗВ
Fig. 1. Recirculating aquaculture system module

На всех этапах эксперимента осуществляли контроль гидрохимических показателей, а именно — содержания растворенного кислорода (РД 52.24.419–2019 Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика измерений йодометрическим методом), нитритного азота (РД 52.24.518–2008 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)этилендиамина дигидрохлоридом), нитратного азота (РД 52.24.523–2009 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)этилендиамина дигидрохлоридом после восстановления в кадмиевом редукторе) и ионов кальция (РД 52.24.403–2018 Массовая концентрация ионов кальция в водах. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б).

Обобщенные гидрохимические показатели при содержании самок и молоди длиннопалого рака представлены в табл. 1.

Таблица 1. Гидрохимические показатели воды при содержании самок и молоди длиннопалого рака
Table 1. Hydrochemical parameters of the water while keeping females and juveniles of the narrow-clawed crayfish

Показатели Parameters	Литературные данные [6] Literature data [6]	Литературные данные [11] Literature data [11]	Экспериментальные данные Experimental data
1	2	3	4
Молодь / Juveniles			
pH	7,8–8,0	6,5–7,0	6,7
Растворенный кислород, мг/л Dissolved oxygen, mg/L	5–10	<3 >10	7,7

Таблица 1 (окончание)
Table 1 (finished)

1	2	3	4
Перманганатная окисляемость, мг O_2/л Permanganate oxygen demand, mg O_2/L	7–10	–	–
Взвешенные вещества, мг/л Suspended solids, mg/L	–	>10	–
Жесткость, мг экв./л Hardness, mg eq./L	–	>1	–
Сероводород, мг/л Hydrogen sulfide, mg/L	0	–	–
Содержание кальция, мг/л Calcium content, mg/L	–	–	87,8
N-NO_2, мг/л N-NO_2, mg/L	0	<0,1	0,3
N-NO_3, мг/л N-NO_3, mg/L	–	<10	0,1
NH_3, мг/л NH_3, mg/L	–	–	–
N-NH_4, мг/л N-NH_4, mg/L	0,03–0,05	–	0,2
CO_2, мг/л CO_2, mg/L	0–0,01	–	–
Прозрачность Transparency	допускается легкая мутность slight turbidity is allowed	–	–
Фосфаты Phosphates	–	–	0,2
Самки / Females			
pH	–	6,5–7	6,5
Растворенный кислород, мг/л Dissolved oxygen, mg/L	–	>3 <10	8,1
Взвешенные вещества, мг/л Suspended solids, mg/L	–	<10	–
Жесткость, мг экв./л Hardness, mg eq./L	–	>1	–
N-NO_2, мг/л N-NO_2, mg/L	–	<0,2	0,4
N-NO_3, мг/л N-NO_3, mg/L	–	<20	0,01

Как видно из данных табл. 1, качество воды по гидрохимическим показателям можно охарактеризовать как удовлетворительное.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рекомендации по выращиванию раков, как правило, начинаются с технических приемов по заготовке самок с кладкой икры. При подготовке к проведению эксперимента было определено несколько этапов культивирования длиннопалого рака: отлов самок-производителей, их отбор и транспортировка; преднерестовое содержание и нерест производителей; получение и подращивание молоди.

Заготовка, отбор и транспортировка самок-производителей

Из-за дефицита крупных производителей в водоеме (р. Дон) выловленные для проведения

настоящего эксперимента особи длиннопалого рака имели более низкие размерно-массовые показатели, чем самки рака, использованные в экспериментах предыдущими исследователями [7]. Средняя длина самок (от острия рострума до конца тельсона) составляла 10 см, промысловая длина — 9 см, масса — 43,2 г, плодовитость — 200 икринок (табл. 2). Диаметр икринок на стадии глазка достигал 0,18 см.

Как известно, по длительности выживания без воды рак является достаточно жизнестойким животным, что позволяет осуществлять его перевозку на значительные расстояния [9]. Однако яйценосные самки наиболее чувствительны к условиям транспортировки.

При доставке самок с оплодотворенной икрой в аквариальный комплекс их предварительно разделили на три группы:

– группа 1 (50 экз.) — перед доставкой выдерживали в течение 24 часов без воды в закрытых увлажненных емкостях объемом 0,018 м^3, представляющих собой ящики с крышкой из пенопласта, при пониженной температуре (5–6 °С) (имитация доставки в рефрижераторе);
– группа 2 (50 экз.) — перед доставкой 24 часа выдерживали без воды в закрытых увлажненных емкостях при температуре окружающей среды (16–18 °С) (имитация удаленной доставки);
– группа 3 (24 экз.) — оперативная доставка в закрытых увлажненных емкостях в течение 4 часов после изъятия.

Преднерестовое выдерживание и нерест

По условиям эксперимента производили доинкубацию икры на самках. После перевозки для

Таблица 2. Биологические и технологические показатели при получении молоди длиннопалого рака в контролируемых условиях

Table 2. Biological and technological parameters for the production of juvenile narrow-clawed crayfish in controlled environment

Показатели Parameters	Литературные данные [6] Literature data [6]	Экспериментальные данные Experimental data	
1	2	3	
Длина самок, см Length of females, cm	12,4	10,0	
Масса самок, г Weight of females, g	54	43,2	
Количество молоди I стадии, полученной от одной самки, экз. Number of the Stage 1 juveniles obtained from one female, ind.	150–200	200	
Плотность посадки самок в адаптационные бассейны, экз./м^2 Stocking density of females in adaptation tanks, ind./m^2	100	34	
Температура воды в адаптационных бассейнах, °С Water temperature in adaptation tanks, °C	8–12	18–22	
Выживаемость самок, % Survival rate of females, %	в устройствах — 98–100 в бассейнах — 96–98 in aquaculture systems — 98–100 in tanks — 96–98	группа 1 group 1	погибли в течение 2–3 суток died within 2–3 days
		группа 2 group 2	погибли в течение 14–21 суток died within 14–21 days
		группа 3 group 3	100

Таблица 2 (окончание)
Table 2 (finished)

1	2	3	
Площадь емкостей для самок, м^2 Area of reservoirs for females, m^2	4	вариант 1 option 1	0,086
		вариант 2 option 2	0,192
		вариант 3 option 3	1,5
Объем емкостей для самок, м^3 Volume of reservoirs for females, m^3	2	вариант 1 option 1	0,017
		вариант 2 option 2	0,038
		вариант 3 option 3	0,3
Водообмен при содержании самок с икрой, л/мин. Water exchange while keeping egg-bearing females, L/min.	в устройствах — 6–10 в бассейнах — 6–10 in aquaculture systems — 6–10 in tanks — 6–10	вариант 1 option 1	8,3
		вариант 2 option 2	36
		вариант 3 option 3	36
Плотность посадки самок в бассейны/устройства, экз./м^2 Stocking density of females in tanks/aquaculture systems, ind./m^2	50	вариант 1 option 1	23
		вариант 2 option 2	5
		вариант 3 option 3	3
Температура воды при содержании самок с икрой от стадии «глазка» до вылупления личинок, °С Water temperature while keeping egg-bearing females from the “eyed” stage to the hatching of larvae, °C	22	22–23	
Выживаемость самок третьей группы, % Survival rate of females in the third group, %	–	вариант 1 option 1	50
		вариант 2 option 2	100
		вариант 3 option 3	100

адаптации в условиях УЗВ яйценосных самок выдерживали в аквариумах при активной аэрации и уровне воды 10–15 см, объем воды определялся из рассчета 10 дм^3 на одну особь. Температура в аквариумах изначально была установлена на уровне 18 °С, в дальнейшем в течение 4 суток постепенно увеличивалась до 22 °С.

Самки рака, которых в течение 24 часов выдерживали без воды, в первые двое суток отказывались от еды, затем сбросили икру. В течение 3–4 суток они погибли.

У самок из второй группы, размещенных в отдельных контейнерах, отмечалось поражение икры сапролегниозом, в результате чего отход икры составил 100 %. Самки питались плохо, в течение 3 недель они погибли до первой линьки.

Выживаемость самок третьей группы составила 100 %.

В соответствии со схемой эксперимента самок из третьей группы поместили в емкости с разной плотностью посадки:

– вариант I — по два экз. на емкость; водообмен 8,3 л/мин.;
– вариант II — индивидуальное размещение в отсеках сетчатой конструкции, установленной в лоток УЗВ; водообмен 36 л/мин.;
– вариант III — совместное размещение, 5 экз. на лоток УЗВ, водообмен 36 л/мин.

Условия и технологические показатели эксперимента приведены в табл. 2.

Хорошие результаты по показателям схода ранней молоди были получены для самок из второго и третьего вариантов эксперимента. Все самки дали полноценное потомство, перешли на активное питание и благополучно перелиняли. Выживаемость раков от момента вылупления до схода молоди составила 100 %. У самок из первого варианта, которые содержались в лотках с низкой скоростью водообмена, зафиксирован отход 50 % производителей (табл. 2).

После схода ранней молоди самок отсадили в 2 лотка УЗВ при плотности посадки 6 экз./м^2. В лотках размещали укрытия из расчета 2 шт. на одну особь. В качестве укрытий использовали имитирующие норы тонущие пластиковые трубы, керамические горшки и тонущий сетчатый материал.

Наблюдения в период выдерживания раков показали, что самки, несмотря на достаточно низкую плотность посадки, наличие укрытий и регулярное кормление, в период линьки демонстрировали агрессивный каннибализм. Следует отметить, что оптимальным является индивидуальное содержание самок при высокой скорости водообмена (в эксперименте 36 л/мин.).

Получение молоди длиннопалого рака

Развитие икры происходило в течение 528 градусо-дней. Ранняя молодь рака (I стадии) была получена при температуре 22 °С, далее она содержалась при температуре 23–24 °С. На этом этапе питание осуществляется за счет желтка, на самостоятельное питание молодь рака переходит со II стадии. Всего за этот период было получено 2086 экз. ранней молоди. На седьмые сутки средние длина и масса молоди составляли 1,3 см и 0,05 г, соответственно (рис. 2, табл. 3).

Молодь I стадии в период схода с самок и до следующей линьки содержали в нерестовых емкостях без разделения на экспериментальные группы. После перехода на самостоятельное питание молодь в течение 30 суток кормили стартовыми кормами.

Выживаемость молоди II стадии развития составила 44 %, что близко к результатам других исследователей [12].

Важнейшим моментом при выращивании ракообразных является выбор оптимальных значений плотности посадки молоди [13].

В соответствии с планом эксперимента молодь поместили в 3 лотка УЗВ:

1 — совместное содержание;

2 — совместное содержание в 4 отдельных отсеках с общим водообменом (соответственно, варианты 2.1, 2.2, 2.3, 2.4);

3 — содержание особей с низким темпом роста.



Рис. 2. Ранняя молодь (I стадии) длиннопалого рака
Fig. 2. Early juveniles (Stage I) of the narrow-clawed crayfish

Таблица 3. Размерно-массовая характеристика ранней молоди длиннопалого рака после схода с самок
Table 3. Length–weight characteristics of early juveniles of the narrow-clawed crayfish after they leave the females

Статистические показатели Statistical indicators	Первые сутки First day		Седьмые сутки Seventh day	
	длина тела, см body length, cm	масса, г weight, g	длина тела, см body length, cm	масса, г weight, g
Среднее значение Average value	1,2	0,05	1,3	0,05
Min	1,1	0,03	1,1	0,01
Max	1,4	0,07	1,5	0,07
Стандартное отклонение Standard deviation	0,09	0,01	0,12	0,02
Коэффициент вариации, % Coefficient of variation, %	7,7	22,5	9,3	34,7
Коэффициент корреляции по Пирсону Pearson correlation coefficient	0,19		0,67	

Помимо лотков УЗВ, для изолированного содержания молоди рака были задействованы 5 аквариумов габаритами 56×25×33 см с 40-литровым наполнением водой, где размещали по одной особи. Аквариумы были оснащены фильтрами с аэрацией.

При индустриальном способе выращивания для повышения выживаемости и снижения каннибализма во время линьки молодь рака необходимо обеспечивать достаточным количеством укрытий. Укрытия позволяют увеличить площадь поверхности, используемой раками для перемещения по емкости, и сократить количество контактов между ними [14]. По литературным данным, использование укрытий позволяет повышать выживаемость молоди с 15–20 % (без укрытий) до 75 % [13, 15]. В качестве укрытий в эксперименте использовали пластиковые конструкции с квадратными отверстиями размером 1×1 см и глубиной 5–7 см. При индивидуальном содержании молоди потребность в укрытиях незначительна.

Плотность посадки молоди при совместном содержании в лотках варьировала от 22 до 330 экз./м^2. В лотке 1 (совместное содержание) была сформирована выборка из разноразмерных особей массой от 0,09 до 0,39 г (CV=42,9 %). Для данного случая (неравновесная выборка) была рассчитана медиана для исследуемых показателей, более надежно описывающая выборку (табл. 4).

Максимальная выживаемость молоди рака (64 %) отмечена в лотке 3 при плотности посадки 22 экз./м^2, куда были помещены явные «аутсайдеры» (масса молоди в среднем составляла 0,06 г). При более высокой плотности посадки (270–330 экз./м^2) выживаемость молоди варьировала от 10 до 26 % (табл. 4). При снижении плотности посадки до 210 экз./м^2 выжило 38 % молоди. Больше всего случаев гибели особей в результате каннибализма (90 %) было зафиксировано в варианте 2.1 (отсек с общим водообменом) при плотности посадки 300 экз./м^2. В этот лоток были посажены рачата средней массой 0,180 г. На протяжении эксперимента нападению в основном подвергались более мелкие особи, находящиеся в межлиночном состоянии.

Прирост длины и массы за весь период подращивания у особей с совместным содержанием в среднем составлял 1,9 см и 1,20 г, соответственно. Однако в лотке 3 («аутсайдеры») абсолютный прирост массы по сравнению с особями из других лотков был минимальным и за весь период подращивания составил 0,76 г (различия достоверны при $p<0,05$) (рис. 3). Разница в размерах между изначально более крупными и мелкими особями на протяжении эксперимента сохранялась. Наблюдаемые значения коэффициента массонакопления (K_m) у молоди из лотков 1, 2.2, 2.3, 2.4 и 3 были близки (0,022–0,025). В лотке 2.1, в котором отмечался значительный отход подращиваемой молоди, K_m был самым низким (0,018) (табл. 4).

Отмечено, что во всех вариантах среди культивируемых особей к концу подращивания вы-

Таблица 4. Средний прирост длины и массы молоди длиннопалого рака в условиях совместного содержания за весь период эксперимента в зависимости от плотностей посадки

Table 4. Average length and weight gain of juvenile narrow-clawed crayfish under conditions of group rearing throughout the experimental period, depending on the stocking density

Показатели Parameters	Лоток / Tray					
	1	2.1	2.2	2.3	2.4	3
Количество молоди, экз. Number of juveniles, ind.	500	110	100	100	80	34
Плотность посадки, экз./м^2 Stocking density, ind./m^2	330	300	270	270	210	22
Длина в начале эксперимента, см Length at the beginning of the experiment, cm	1,6*	1,3±0,2	1,4±0,1	1,4±0,2	1,4±0,3	1,3±0,1
Масса в начале эксперимента, г Weight at the beginning of the experiment, g	0,185*	0,180±0,080	0,122±0,041	0,180±0,023	0,100±0,012	0,060±0,007
Длина в конце эксперимента, см Length at the end of the experiment, cm	3,5*	2,9±0,7	3,0±0,7	3,4±0,2	3,3±0,4	2,9±0,4
Масса в конце эксперимента, г Weight at the end of the experiment, g	1,67*	1,20±0,18	1,20±0,15	1,58±0,21	1,40±0,32	0,82±0,31
Прирост длины за период эксперимента, см Length gain during the experiment, cm	1,9	1,6±0,5	1,6±0,3	2,0±0,5	1,9±0,3	1,6±0,2
Абсолютный прирост массы за период эксперимента, г Absolute weight gain during the experiment, g	1,59	1,02	1,08	1,40	1,30	0,76
Коэффициент массонакопления, ед. Weight accumulation coefficient, units	0,024	0,018	0,022	0,023	0,025	0,022
Выживаемость, % Survival rate, %	28	10	20	26	38	64

Примечание: * Медиана
Note: * Median value

делялось несколько более крупных экземпляров массой 2,2–2,5 г; суммарно их численность к концу проведения эксперимента достигала 14 %. При этом молодь массой меньше 1 г составляла 41 %. По литературным данным, более крупная молодь оказывает негативное влияние на меньших по размеру особей, подавляя их рост и нанося травмы [14]. Интересен результат, полученный в лотке 3, где подращивалась при низкой плотности посадки достаточно однородная мелкая молодь («аутсайдеры») массой 0,05–0,07 г (CV=12,9 %). В этом лотке был отмечен самый низкий показатель гибели молоди в результате каннибализма (36 %). В первые два месяца подращивания отход составлял не более 8 % от количества выращиваемой молоди, а затем, в результате неравномерного роста и выделения более крупных особей, он увеличился.

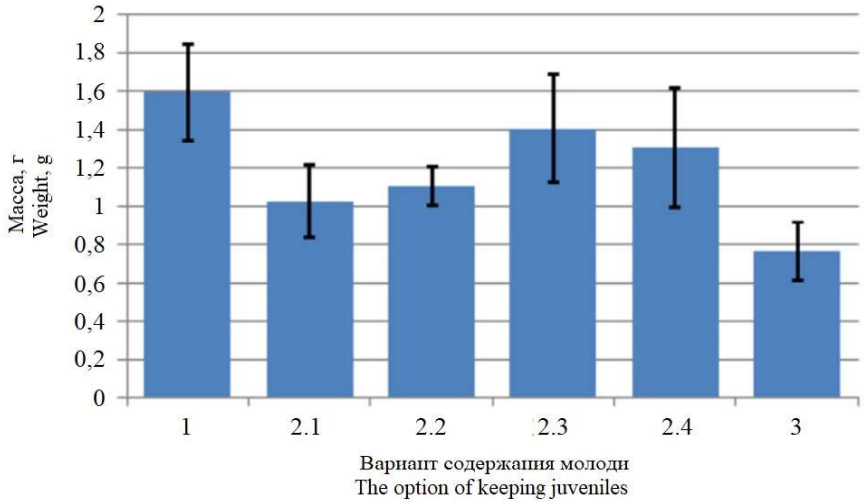


Рис. 3. Прирост массы тела молоди длиннопалого рака в разных вариантах содержания
Fig. 3. Weight gain of juvenile narrow-clawed crayfish in different rearing options

Наиболее существенные показатели роста продемонстрировали особи, содержавшиеся индивидуально; прирост длины и массы тела в этой группе составил 4,9 см и 5,8 г, соответственно. Изменение размерно-массовых характеристик молоди в процессе эксперимента представлено на рис. 4. У молоди рака с индивидуальным содержанием за время подращивания погиб один экземпляр, что было связано с выходом из строя электрооборудования аквариума.

Каннибализм и подавление крупными особями роста более мелких — основные проблемы интенсификации аквакультуры раков [16]. Длиннопалый рак принципиально отличается от распространенных объектов аквакультуры (моллюски или нехищные рыбы) наличием агрессивного поведения [10]. Это один из важнейших факторов регуляции численности раков при содержании в ограниченном объеме. При проведении эксперимента было выявлено, что повышенная агрессивность и кан-

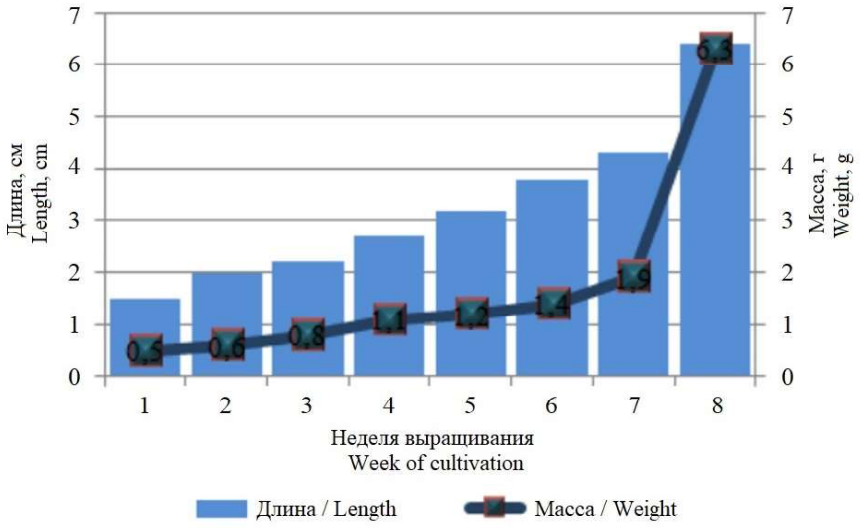


Рис. 4. Динамика линейного роста и увеличения массы молоди длиннопалого рака в условиях индивидуального содержания за весь период эксперимента
Fig. 4. Dynamics of linear growth and weight increase of juvenile narrow-clawed crayfish under conditions of individual rearing throughout the experimental period

нибализм при совместном содержании отмечались при высокой плотности посадки, которая бывает необходимой по экономическим соображениям. Большинство случаев каннибализма и травмирования происходило в период линьки раков, также фиксировались нападения на рачат значительно меньших размеров. При этом попытки каннибализма отмечались уже после первой линьки. Нападения носили массовый характер, одну линяющую особь могли атаковать 2–3 особи с твердыми покровами. Применение большого количества укрытий не оказало существенного влияния на уровень каннибализма, поскольку значительная часть особей во время процесса линьки их покидала.

Другая очевидная проблема, возникающая при выращивании молоди, — неравномерность роста особей в группах с высокой плотностью содержания [14]. При разведении длиннопалого рака в индустриальных условиях рекомендуется проводить сортировку по размеру и состоянию экзоскелета, что позволяет получить более равномерно и быстро растущие группы раков [14, 17]. Так как основным моментом, когда молодь бывает наиболее уязвимой, является линька, можно говорить о том, что каннибализм во многом определяется высокой вероятностью контакта перелинявших раков с другими особями. Для снижения уровня каннибализма усилия должны быть направлены на ограничение этой вероятности и защиту линяющих особей, чего можно добиться, отсаживая только что полинявших рачат. Однако пересадка и сортировка молоди рака по размеру эффективна только в первые три месяца их выращивания.

Кормление самок и молоди длиннопалого рака

Для успешной организации разведения и выращивания длиннопалого рака важны не только оптимальные условия содержания и размножения, но и режим питания, а также состав рациона. Корм для раков является одним из самых дорогостоящих компонентов аквакультуры, поэтому он должен быть экономически эффективным и экологически безопасным [18]. В состав кормов, как правило, входят компоненты как животного, так и растительного происхождения. Для раков рекомендуются комбикорма со следующими показателями питательной ценности: сырой протеин — 40–50 %; сырой жир — 5–6 %; безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) — 28–38 %; клетчатка — не более 2 %; содержание золы — 8–10 %; энергическая ценность — 18,9–19,5 МДж/кг [19].

В условиях данного эксперимента использовался корм для декоративных рыб и ракообразных TetraMin Granules. В его состав, по данным изготовителя на этикетке, входят «рыба и побочные рыбные продукты, экстракты растительного белка, зерновые культуры, растительные продукты, моллюски и раки, дрожжи, водоросли (спирулина максима 1,5), минеральные вещества и жиры».

Характеристика рациона и кормления самок длиннопалого рака во время нереста по литературным данным и данным эксперимента приведена в табл. 5.

Кормление самок кормом TetraMin Granules осуществляли 1 раз в сутки. Однако рост пищевого интереса самок после окончания вынашивания молоди повлек изменения рациона и количества задаваемого корма (до 2 % от сырой массы). В состав корма для самок после схода были включены личинки хирономид, гаммарус, черноморская креветка, замороженная дафния и растительная добавка в виде роголистника (*Ceratophyllum*).

Кормление молоди производили разной по составу пищей; было испытано несколько экспериментальных режимов. Кормление на этапе развития II (7 суток во время схода молоди с самки) не производили. После схода молоди с самок и ее перехода на внешнее питание кормление осуществляли в течение 30 суток стартовыми кормами, в качестве которых использовали культуру микроводорослей рода *Chlorella* и декапсулированные яйца артемии. Поедаемость корма на этом этапе была практически полной. Количество задаваемого корма составляло 13 % от массы выращиваемой ранней молоди (табл. 6). На втором этапе (следующие 30 дней) в рацион вошли измельченные личинки хирономид, а количество задаваемого корма было снижено до 10 % от массы ранней молоди. Далее и до окончания эксперимента рацион был расширен за счет гаммаруса, черноморской креветки, замороженной дафнии и растительной добавки, в качестве которой выступал роголистник (*Ceratophyllum*). На этом этапе количество задаваемого корма было снижено до 8 % и далее не изменялось. Отмечено, что поедаемость всех видов корма составляла около 80 %, однако к растительному корму молодь на данном этапе развития не проявляла активного пищевого интереса.

В первые 30 дней выращивания молоди стартовый корм вносили 1 раз в сутки в утренние

Таблица 5. Кормление самок длиннопалого рака в нерестовый период по литературным данным и в эксперименте

Table 5. Feeding of the narrow-clawed crayfish females during their spawning period according to the literature data and in the experiment

Вид корма Type of feed	Компоненты, % от общего состава корма Components, % of the total feed composition	Количество корма, % от сырой массы раков Feed quantity, % of the raw weight of crayfish	Состав кормовой добавки Composition of the feed additive	Кратность кормления Frequency of feeding
АД-1[1] AD-1 crayfish formula feed[1]	Отруби пшеничные — 28, пшеница — 14, ячмень — 10, шрот подсолнечный — 20, шрот соевый — 5, рыбная мука — 12, дрожжи гидролизные — 8, травяная мука — 2, премикс ПФ — 2 Wheat bran — 28, wheat — 14, barley — 10, sunflower meal — 20, soybean meal — 5, fish meal — 12, hydrolyzed yeast — 8, grass meal — 2, Premix PF additive — 2	До стадии «глазка» — 0,7; после стадии «глазка» — 0,35; при вылуплении личинки — 0,2 Before the “eyed” stage — 0.7; after the “eyed” stage — 0.35; upon larva hatching — 0.2	–	1 раз в сутки Once a day
РГМ[2] RGM trout formula feed[2]	–	–	Рыба, картофель, морковь Fish, potato, carrot	1 раз в 3–4 дня Once every 3–4 days
Свежая рыба (кусочки), мелкие моллюски, хирономиды и макробентос[3] Fresh fish (pieces), small molluscs, chironomids, and macrobenthos[3]	–	1–2	–	1 раз в 1–2 дня Once every 1–2 days
Мороженая рыба (кусочки), мясо моллюсков[4] Frozen fish (pieces), mollusc meat[4]	–	0,5	–	1 раз в сутки Once a day
В эксперименте: TetraMin Granules In the experiment: TetraMin Granules	Рыбная мука, экстракты растительного белка, зерновые культуры, растительные продукты, овощи, дрожжи, моллюски и раки, масла и жиры, минеральные вещества, водоросли, а также витамины и микроэлементы Fish meal, plant protein extracts, grains, plant products, vegetables, yeast, molluscs and crayfish, oils and fats, minerals, algae, as well as vitamins and micronutrients	0,5	–	1 раз в сутки (утром) Once a day (in the morning)

Примечание: [1] По данным [6, 7]; [2] по данным [11]; [3] по данным [20]; [4] по данным [21]
Note: [1] According to [6, 7]; [2] according to [11]; [3] according to [20]; [4] according to [21]

Таблица 6. Кормление молоди длиннопалого рака в эксперименте
Table 6. Feeding of juvenile narrow-clawed crayfish in the experiment

Вид корма Type of feed	Неделя выращивания Week of rearing	Количество корма, % от массы выращиваемой молоди Feed quantity, % of the weight of reared juveniles
Водоросль *Chlorella*, декапсулированные яйца артемии *Chlorella* algae, decapsulated *Artemia* eggs	2–4	13
Измельченные личинки хирономид Crushed larvae of chironomids	5	13
Личинки хирономид Larvae of chironomids	6	13
	7–8	10
Замороженная дафния, замороженный гаммарус, проваренная креветка (черноморская). Роголистник (*Ceratophyllum* sp.) Frozen *Daphnia*, frozen *Gammarus*, boiled shrimp (Black Sea prawns). Hornwort (*Ceratophyllum* sp.)	9–10	10
	11–14	8

часы. Поедаемость корма контролировали в течение всего дня.

Через 30 дней последовательно было испытано несколько режимов кормления:

– в течение 14 дней кормление осуществляли два раза в сутки в утренние и вечерние часы;
– далее в целях снижения пищевой агрессии и уровня каннибализма корм задавали в течение 7 дней 1 раз в 3 часа;
– далее в течение 7 дней из-за неполной поедаемости корма и высокого уровня каннибализма кормление осуществляли 3 раза в сутки в утренние, дневные и вечерние часы;
– затем было решено вернуться к двухразовому кормлению из-за отсутствия снижения каннибализма.

Следует отметить, что при предложенных режимах кормления молоди длиннопалого рака были получены удовлетворительные результаты выращивания. За все время проведения эксперимента в трех вариантах выращивания (совместное содержание) прирост длины составил 15–22 мм, прирост массы — 0,76–1,59 г, а средняя масса к концу срока наблюдений достигла 0,82–1,90 г; лучшие результаты были получены при индивидуальном содержании, при котором средняя масса молоди составляла 5,9 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В эксперименте были проведены работы по получению молоди длиннопалого рака. Исследования показали, что для получения жизнеспособной молоди в индустриальных условиях возможно использование самок с икрой, выловленных из естественной среды, что позволяет избежать значительных затрат при содержании производителей и инкубации икры. Транспортировка самок с икрой после изъятия из естественной среды обитания должна осуществляться максимально оперативно в течение 4–5 часов без использования охлаждающих элементов. При более продолжительной перевозке необходимо применять живорыбные емкости.

Самок с икрой до момента схода молоди целесообразно содержать в отдельных емкостях либо в общем лотке, разделенном на ячейки, при оптимальной температуре 22 °С и высокой скорости водообмена. При дальнейшем содержании и подращивании молоди возможно повышение температуры до 23–24 °С. При расчетах потребности количества самок длиннопалого рака для получения молоди средней массой 0,25 г рекомендуется принимать в качестве ориентира средний выход 200 экз. молоди от одной самки.

В рамках получения жизнестойкой молоди длиннопалого рака следует учитывать его низкую выживаемость на начальных этапах онтогенеза, поскольку максимальная смертность молоди наблюдается в течение первых месяцев выращивания.

Важным фактором, влияющим на успешность содержания молоди раков, является плотность посадки; биологические особенности длиннопалого рака не позволяют выращивать его в высокоинтенсивных культурах. В проведенных экспериментах отмечен высокий уровень каннибализма и травмирования при групповом содержании рачат, поскольку на ранних этапах развития частота линек высокая. Сведения к минимуму эффекта каннибализма добиться не удалось как при избыточном размещении укрытий в емкостях, так и при увеличении частоты кормления. Полученные результаты свидетельствуют о том, что подращивать молодь при плотности посадки выше 200 экз./м^2 нецелесообразно. При выращивании рекомендуется проведение сортировки молоди по размеру и состоянию экзоскелета.

Результаты исследования свидетельствуют о возможности выращивания длиннопалого рака в аквариальных условиях с использованием стартовых кормов, включающих культуру микроводорослей рода *Chlorella*, декапсулированные яйца артемии, личинок хирономид. Молодь длиннопалого рака активно потребляла предложенные варианты живых кормов.

Представленные данные могут быть использованы в качестве базовых для разработки технологической схемы и биотехнических параметров. Вместе с тем, исходя из результатов первого года исследований, целесообразно в дальнейшем продолжить поиск и отработку методических подходов с целью увеличения выживаемости на этапе получения и подращивания молоди длиннопалого рака.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность М.В. Сухановой, В.К. Кузнецову, Т.Д. Шрамко, М.А. Савченко и А.С. Телоницкой, принимавшим активное участие в проведении эксперимента и обработке материалов.

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках государственного задания № 076-00001-24-02 на 2024 г. «Прикладное научное исследование», Тема 32 «Разработка технологий разведения и выращивания перспективных объектов аквакультуры», Подтема «Материалы к технологической схеме и биотехническим показателям комбинированного получения жизнестойкой молоди длиннопалого рака для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в целях поддержания, восстановления численности естественных популяций и получения товарной продукции».

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their gratitude to M.V. Sukhanova, V.K. Kuznetsov, T.D. Shramko, M.A. Savchenko, and A.S. Telonitskaya, who actively participated in the experiment and data processing.

The research work was carried out as part of the State Assignment No. 076-00001-24-02 for 2024 “Applied scientific research”, Topic 32 “Development of technologies for breeding and rearing promising aquaculture subjects”, Subtopic “Materials for the technological scheme and biotechnical parameters for the integrated production of viable juvenile narrow-clawed crayfish for the Azov and Black Sea Fishery Basin, aimed at maintaining and restoring the abundance of natural populations and obtaining marketable products”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAO Fishery and aquaculture statistics — Yearbook 2021. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2024. 232 p. https://doi.org/10.4060/cc9523en.
2. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2020–2021 гг. М.: Изд-во ВНИРО, 2021. 86 с.
3. Александрова Е.Н. Методические указания по культивированию посадочного материала раков в заводских условиях и увеличению ракопродукции естественных водоемов путем вселения молоди раков. М.: Изд-во Российской академии сельскохозяйственных наук, 1994. 68 с.
4. Александрова Е.Н. Технология культивирования речных раков в неспускаемых водоемах по пастбищному типу. М.: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства, 2005. 24 с.
5. Мицкевич О.И. Раколовство и раководство на водоемах европейской части России : справочник. СПб: Изд-во Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства имени Л.С. Берга, 2006. 207 с.
6. Черкашина Н.Я. Технология получения личинок раков в управляемой среде. Краснодар, 1989. 24 с.

7. Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. Ростов-н/Д.: Медиа-Полис, 2007. 118 с.
8. Ковачева Н.П., Жигин А.В., Борисов Р.Р., Никонова И.Н. Современные тенденции развития аквакультуры ракообразных в России. *Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры.* 2022. Вып. 93: 69–80.
9. Кияшко В.В., Васильев А.А., Гуркина О.А. Выращивание речного рака в искусственном водоеме. *Аграрный научный журнал.* 2016. № 2: 10–12.
10. Алехнович А.В., Гопинатхан А., Голубев А.П. Некоторые методические подходы к определению предельной плотности выращивания сеголетков длиннопалого рака *Astacus leptodactylus* в аквакультуре. *Экологический вестник*. 2015. № 3 (33): 96–103.
11. Киселев А.Ю., Новосельцев Г.Е., Филатов В.И. Технология выращивания молоди раков до массы 1 г в установках с замкнутым водоснабжением. М.: Изд-во Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства, 1995. 12 с.
12. Ковачева Н.П. Искусственное воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda : автореф. дис. докт. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. 423 с.
13. Рудой Д.В., Ольшевская А.В., Шевченко В.Н., Головко Л.С., Оганисян М.М. Материалы к технологии прудового выращивания австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Аграрный вестник Северного Кавказа.* 2025. Т. 15, № 1: 48–59. https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-48-59.
14. 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: 80–92. https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-3-80-92.
15. Raharjo S.D., Saraswati E., Yuniartik M. Shelter differences on growth and survival of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in experimental tanks. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 2024. Vol. 13, no. 3: 397–406. https://doi.org/10.20473/jafh.v13i3.55759.
16. Борисов Р.Р., Воробьева Л.В., Кряхова Н.В. Анализ тенденций развития аквакультуры десятиногих ракообразных (Decapoda) в мире. *Вопросы рыболовства*. 2025. Т. 26, № 3: 7–26. https://doi.org/10.36038/0234-2774-2025-26-3-7-26.
17. Борисов Р.Р., Никонова И.Н. Особенности роста десятиногих ракообразных в рециркуляционных установках на примере австралийского рака *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Морской биологический журнал.* 2018. Т. 3, № 3: 3–12. https://doi.org/10.21072/MBJ.2018.03.3.01.
18. Крючков В.Н., Томокала Б.П., Егорова В.И. Оценка роста тропических десятиногих раков при различных рационах кормления. *Journal of Science. Lyon.* 2022. № 34: 6–9. https://doi.org/10.5281/zenodo.7049763.
19. Никонова И.Н., Борисов Р.Р., Баскакова Ю.А., Артемов А.В. Подбор комбикормов для культивирования молоди речных раков. *Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 27–28 марта 2024 г.).* М.: Изд-во ВНИРО, 2024: 230–236.
20. Александрова Е.Н., Веселовзоров С.И. Технологическая схема получения и выращивания посадочного материала длиннопалого рака в садках. *Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения*. М.: Изд-во Российского научно-исследовательского института информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2001. Ч. 1: 161–165.
21. Колмыков Е.В. Инструкция по разведению речных раков. Астрахань: Изд-во Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 2004. 30 с.

REFERENCES

1. FAO Fishery and aquaculture statistics — Yearbook 2021. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Publ., 2024. 232 p. https://doi.org/10.4060/cc9523en.
2. Statisticheskie svedeniya po rybnoy promyshlennosti Rossii 2020–2021 gg. [Statistical information on the Russian fish industry for 2020–2021]. Moscow: VNIRO Publ., 2021. 86 p. (In Russian).
3. Aleksandrova E.N. Metodicheskie ukazaniya po kul'tivirovaniyu posadochnogo materiala rakov v zavodskikh usloviyakh i uvelicheniyu rakoproduktsii estestvennykh vodoemov putem vseleniya molodi rakov [Guidelines for cultivating crayfish stocking material under farm conditions and for increasing the production of crayfish in natural water bodies through the introduction of juvenile crayfish]. Moscow: Rossiyskaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk [Russian Academy of Agricultural Sciences] Publ., 1994. 68 p. (In Russian).
4. Aleksandrova E.N. Tekhnologiya kul'tivirovaniya rechnykh rakov v nespuskaemykh vodoemakh po pastbishchnomu tipu [Technology for cultivating freshwater crayfish in non-discharge ponds using the pasture method]. Moscow: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut irrigatsionnogo rybovodstva [All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Farming] Publ., 2005. 24 p. (In Russian).
5. Mitskevich O.I. Rakolovstvo i rakovodstvo na vodoemakh evropeyskoy chasti Rossii : spravochnik

[Crayfish farming and crayfish breeding in the water bodies of the European part of Russia. Reference book]. Saint Petersburg: Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaystva imeni L.S. Berga [Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries] Publ., 2006. 207 p. (In Russian).

6. Cherkashina N.Ya. Tekhnologiya polucheniya lichinok rakov v upravlyaemoy srede [Technology for obtaining crayfish larvae in a controlled environment]. Krasnodar, 1989. 24 p. (In Russian).
7. Cherkashina N.Ya. Sbornik instruktsiy po kul'tivirovaniyu rakov i dinamike ikh populyatsiy [Practical manual on the crayfish rearing and dynamics of their populations]. Rostov-on-Don: Media-Polis, 2007. 118 p. (In Russian).
8. Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Borisov R.R., Nikonova I.N. Sovremennye tendentsii razvitiya akvakul'tury rakoobraznykh v Rossii [Current trends in the development of aquaculture of crustaceans in Russia]. *Aktual'nye voprosy presnovodnoy akvakul'tury* [*Current Issues of Freshwater Aquaculture*]. 2022. Issue 93: 69–80. (In Russian).
9. Kiyashko V.V., Vasilyev A.A., Gurkina O.A. Vyrashchivanie rechnogo raka v iskusstvennom vodoeme [Cultivation of crayfish in an artificial pond]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [*The Agrarian Scientific Journal*]. 2016. No. 2: 10–12. (In Russian).
10. Alekhnovich A.V., Gopinatkhan A., Golubev A.P. Nekotorye metodicheskie podkhody k opredeleniyu predel'noy plotnosti vyrashchivaniya segoletkov dlinnopalogo raka *Astacus leptodactylus* v akvakul'ture [Some methodological approaches to the definition of the limiting density of the cultivation of long-clayed crayfish *Astacus leptodactylus* under yearlings in aquaculture]. *Ekologicheskiy vestnik* [*Journal of the Belarusian State University. Ecology*]. 2015. No. 3 (33): 96–103. (In Russian).
11. Kiselev A.Yu., Novoseltsev G.E., Filatov V.I. Tekhnologiya vyrashchivaniya molodi rakov do massy 1 g v ustanovkakh s zamknutym vodosnabzheniem [Technology for rearing juvenile crayfish to a weight of 1 g in recirculating aquaculture systems]. Moscow: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut presnovodnogo rybnogo khozyaystva [All-Russian Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries] Publ., 1995. 12 p. (In Russian).
12. Kovacheva N.P. Iskusstvennoe vosproizvodstvo i kul'tivirovanie morskikh i presnovodnykh rakoobraznykh otryada Decapoda : avtoref. dis. dokt. biol. nauk [Artificial reproduction and cultivation of marine and freshwater crustaceans of the Decapoda order. Extended abstract of Doctor's (Biology) Thesis]. Moscow: VNIRO Publ., 2006. 423 p. (In Russian).
13. Rudoy D.V., Olshevskaya A.V., Shevchenko V.N., Golovko L.S., Oganisyan M.M. Materialy k tekhnologii prudovogo vyrashchivaniya avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) [Materials for the technology for pond cultivation of the Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868)]. *Agrarnyy vestnik Severnogo Kavkaza* [*Agrarian Bulletin of the North Caucasus*]. 2025. Vol. 15, no. 1: 48–59. https://doi.org/10.31279/2949-4796-2025-15-1-48-59. (In Russian).
14. Borisov R.R., Zhigin A.V., Kovacheva N.P., Kryakhova N.V., Nikonova I.N. Biologicheskie aspekty kul'tivirovaniya avstraliyskogo krasnokleshnevogo raka *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) v Rossii [Biological aspects of cultivation of the Australian red-clawed crayfish *Cherax quadicarinatus* (von Martens, 1868) in Russia]. *Rybnoe khozyaystvo* [*Fisheries*]. 2024. No. 3: 80–92. https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-3-80-92. (In Russian).
15. Raharjo S.D., Saraswati E., Yuniartik M. Shelter differences on growth and survival of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in experimental tanks. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 2024. Vol. 13, no. 3: 397–406. https://doi.org/10.20473/jafh.v13i3.55759.
16. Borisov R.R., Vorobyeva L.V., Kryakhova N.V. Analiz tendentsiy razvitiya akvakul'tury desyatinogikh rakoobraznykh (Decapoda) v mire [Analysis of Decapoda aquaculture development trends in the world]. *Voprosy rybolovstva* [*Fisheries Issues*]. 2025. Vol. 26, no. 3: 7–26. https://doi.org/10.36038/0234-2774-2025-26-3-7-26. (In Russian).
17. Borisov R.R., Nikonova I.N. Osobennosti rosta desyatinogikh rakoobraznykh v retsirkulyatsionnykh ustanovkakh na primere avstraliyskogo raka *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) [Special aspects of decapod crustaceans growth in recirculating aquaculture systems as exemplified by Australian crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae)]. *Morskoy biologicheskiy zhurnal* [*Marine Biological Journal*]. 2018. Vol. 3, no. 3: 3–12. https://doi.org/10.21072/MBJ.2018.03.3.01. (In Russian).
18. Kryuchkov V.N., Tomokala B.P., Egorova V.I. Otsenka rosta tropicheskikh desyatinogikh rakov pri razlichnykh ratsionakh kormleniya [Assessment of the growth of tropical crayfish (Decapoda) with different feeding diets]. *Journal of Science. Lyon*. 2022. No. 34: 6–9. https://doi.org/10.5281/zenodo.7049763. (In Russian).
19. Nikonova I.N., Borisov R.R., Baskakova Yu.A., Artemov A.V. Podbor kombikormov dlya kul'tivirovaniya molodi rechnykh rakov [Selection of compound feeds for the cultivation of juvenile crayfish]. In: *Rybokhozyaystvennyy kompleks Rossii: 300 let rossiyskoy akademicheskoy nauke : materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfe-*

rentsii (g. Moskva, 27–28 marta 2024 g.) [*Fisheries industry in Russia: the 300th anniversary of the Russian academic science. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference (Moscow, 27–28 March, 2024)*]. Moscow: VNIRO Publ., 2024: 230–236. (In Russian).

20. Aleksandrova E.N., Veselovzorov S.I. Tekhnologicheskaya skhema polucheniya i vyrashchivaniya posadochnogo materiala dlinnopalogo raka v sadkakh [Technological scheme for obtaining and rearing long-clawed crayfish stocking material in cages]. In: *Rybokhozyaystvennoe ispol'zovanie vodoemov kompleksnogo naznacheniya* [*Fisheries exploitation of the water bodies of mixed use*]. Moscow: Rossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po inzhenerno-tekhnicheskomu obespecheniyu agropromyshlennogo kompleksa [Russian Research Institute of Information and Feasibility Study on Engineering Support of Agribusiness] Publ., 2001. Part 1: 161–165. (In Russian).
21. Kolmykov E.V. Instruktsiya po razvedeniyu rechnykh rakov [Instructions for rearing freshwater crayfish]. Astrakhan: Kaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Caspian Scientific Research Institute of Fisheries] Publ., 2004. 30 p. (In Russian).

Об авторах:

Павлюк Анна Александровна, заведующая лабораторией искусственного воспроизводства водных биоресурсов Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), pavlyukaa@azniirkh.vniro.ru

Сергеева Светлана Григорьевна, кандидат биологических наук, главный специалист лаборатории искусственного воспроизводства водных биоресурсов Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), ORCID 0000-0001-5685-8709, sergeevasg@azniirkh.vniro.ru

Белоусов Владимир Николаевич, кандидат биологических наук, заместитель руководителя Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), belousovvn@azniirkh.vniro.ru

Полин Антон Алексеевич, кандидат биологических наук, начальник центра аквакультуры Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), ORCID 0000-0002-3671-9231, polinaa@azniirkh.vniro.ru

Стригунов Алексей Михайлович, специалист лаборатории технологий и регулирования аквакультуры Южного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («Южный») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), strigunovam@azniirkh.vniro.ru

Поступила в редакцию 09.02.2026

Поступила после рецензии 10.03.2026

Принята к публикации 13.03.2026

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант.

Received 09.02.2026

Revised 10.03.2026

Accepted 13.03.2026

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.