

DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1583

EDN: GCPFCI

UDC 639.3



Original article

ASSESSMENT OF THE GROWTH RATE OF JUVENILE AUSTRALIAN RED-CLAWED CRAYFISH *CHERAX QUADRICARINATUS* (von Martens, 1868)

*D.Yu. Kovalchuk, A.V. Olshevskaya, V.N. Shevchenko, D.S. Sarkisyan,
E.E. Cholutaeva, S.V. Teplyakova, M.Yu. Odabashyan, T.S. Dmitrienko*

Abstract

Background. The study is devoted to the study of the main fish-breeding and biological characteristics (growth rates, survival, etc.) of juvenile Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) when kept in different temperature conditions. In the experiment, two temperature zones were compared: 22 °C (suboptimal conditions for commercial cultivation) and 26 °C (optimal conditions). The results showed that at a temperature of 22 °C, there was a higher increase in weight (18.03%) and length (4.19%) compared to suboptimal conditions (5.99% and 4.92%, respectively). The Fulton fatness ratio decreased in both groups. The data obtained is important for commercial aquaculture for the correct development of cultivation biotechnologies.

Purpose. The aim of the work was to study the main fish-breeding, biological and physiological parameters of juvenile *C. quadricarinatus* when they are kept in different temperature conditions.

Materials and methods. The study was conducted on 73-day-old *C. quadricarinatus* individuals (n=40), divided into 2 groups of 20 specimens each. In each. Group No. 1 was kept at a temperature of 22-23°C, group No. 2 – at 26-27°C. The specimens were placed in polypropylene containers with overall dimensions of 74x57x41 cm. Each tank had an individual recycled water filtration system. To reduce cannibalism, PVC pipe shelters were placed in the tank. The duration of the experiment was 28 days.

The main water parameters were monitored daily using specialized equipment and sets of test systems. Feeding was carried out twice a day: frozen chironomid larvae (50%) and young bean fruits (50%) in the amount of 6% of the biomass.

The body weight and length of each individual were measured every 7 days of the experiment. Based on the data obtained, the main fish-breeding and biological

indicators (Fulton fatness coefficient, specific growth rate, survival rate) were calculated. Amino acid analysis was performed by capillary electrophoresis after acid/alkaline hydrolysis of muscle tissue. To minimize errors, averaged samples from individuals of different sizes were used.

Results. During the study, the hydrochemical regime corresponded to the optimal values for the content of *C. quadricarinatus*. The absence of toxic nitrogen compounds, as well as copper ions, made it possible to create the necessary conditions for the experiment. In group No. 1, the water temperature averaged 22.26 °C, and in group No. 2 – 26.96 °C. The concentration of dissolved oxygen (O₂) during the experiment averaged 7.52 mg/l and 7.87 mg/l, respectively. As a result of the research, it was found that in group No. 1, the body weight of juveniles increased by 5.99%, length – by 4.92%, while the Fulton fatness coefficient decreased by 8.18%. In group No. 2, weight gain was more pronounced (18.03%), with a moderate increase in length (4.19%) and a smaller decrease in fatness ratio (4.1%). The analysis of the amino acid composition of muscle tissue revealed significant differences between the studied groups. The concentration of arginine in the muscles of juvenile crayfish from group 1 was significantly higher than in group 2. The total concentrations of glutamic acid and glutamine were also higher under suboptimal conditions. These changes most likely indicate metabolic adaptation to stressful conditions, especially at temperatures close to the lower optimal limit of the species. Thus, during the experiment, it was found that the water temperature of 26-27 °C contributes to higher growth rates and survival of juveniles, while 22-23 °C causes changes in the physiological status of *C. quadricarinatus*.

Conclusion. The study revealed differences in the fish-biological and physiological parameters of *C. quadricarinatus* juveniles kept in different temperature conditions. At an average temperature of 26.96°C, the maximum increase in weight (18.03%) and body length (4.19%) was observed, while at 22.26°C these indicators were significantly lower (5.99% and 4.92%, respectively). Although the survival rate remained high (95-100%) in both cases, a decrease in the fatness coefficient by 8.18% at a lower temperature indicates the stress effect of this factor on the aquatic organisms. Amino acid analysis showed an increased content of arginine (5.315%) and glutamic acid (4.221%) in individuals kept at a temperature of 22-23 °C, which indicates the activation of compensatory metabolic mechanisms. These data probably indicate the high possible adaptability of the species in question to changing environmental conditions. The results obtained are of great practical importance for the further development of crustacean aquaculture (astaculture) in the climatic conditions of the Russian Federation.

Keywords: aquaculture; *Cherax quadricarinatus*; Australian red-clawed crayfish; biotechnology; growth rates; crustaceans

For citation. Kovalchuk, D. Yu., Olshevskaya, A. V., Shevchenko, V. N., Sarkisyan, D. S., Cholutaeva, E. E., Teplyakova, S. V., Odabashyan, M. Yu., & Dmitrienko, T. S. (2025). Assessment of the growth rate of juvenile Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 791-809. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1583>

Научная статья

ОЦЕНКА ТЕМПОВ РОСТА МОЛОДИ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА *CHERAX QUADRICARINATUS* (von Martens, 1868)

Д.Ю. Ковальчук, А.В. Ольшевская, В.Н. Шевченко, Д.С. Саркисян,
Э.Э. Чолутаева, С.В. Теплякова, М.Ю. Одабашиян, Т.С. Дмитриенко

Аннотация

Обоснование. Исследование посвящено изучению основных рыбоводно-биологических характеристик (темпы роста, выживаемость и др.) молоди австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) при их содержании в разных температурных условиях. В эксперименте сравнивались две температурные зоны содержания: 22 °С (неоптимальные условия для товарного выращивания) и 26 °С (оптимальные условия). Результаты показали, что при температуре 22 °С наблюдался более высокий прирост массы (18,03%) и длины (4,19%) по сравнению с неоптимальными условиями (5,99% и 4,92% соответственно). Коэффициент упитанности по Фультону снизился в обеих группах. Полученные данные имеют значение для товарной аквакультуры для корректной разработки биотехнологий выращивания.

Цель. Целью работы было изучение основных рыбоводно-биологических и физиологических показателей молоди *C. quadricarinatus* при их содержании в разных температурных условиях.

Материалы и методы. Исследование проводилось на 73-суточных особях *C. quadricarinatus* (n=40), разделенных на 2 группы по 20 экз. в каждой. Группа №1 содержалась при температуре 22-23°С, группа №2 – при 26-27°С. Особи размещались в полипропиленовых емкостях с габаритными размерами 74х57х41 см. Каждая емкость имела индивидуальную систему фильтрации оборотной воды. Для снижения каннибализма в емкости были помещены

укрытия из ПВХ-труб. Длительность эксперимента составила 28 суток.

Основные параметры воды контролировались ежедневно с использованием специализированного оборудования и наборов тест-систем. Кормление проводилось дважды в сутки: замороженными личинками хирономид (50%) и молодыми плодами фасоли (50%) в количестве 6% от биомассы.

Каждые 7 суток эксперимента измеряли массу и длину тела у каждой особи. На основании получаемых данных рассчитывали основные рыбоводно-биологические показатели (коэффициент упитанности по Фультону, удельную скорость роста, выживаемость). Аминокислотный анализ проводили методом капиллярного электрофореза после кислотного/щелочного гидролиза мышечной ткани. Для минимизации погрешностей использовали усредненные пробы от особей разного размера.

Результаты. В ходе исследования гидрохимический режим соответствовал оптимальным значениям для содержания *C. quadricarinatus*. Отсутствие токсичных соединений азота, а также ионов меди, позволило создать необходимые условия для проведения эксперимента. В группе №1 температура воды составляла в среднем 22,26 °С, а в группе №2 – 26,96 °С. Концентрация растворённого кислорода (O₂) в ходе эксперимента составляла в среднем 7,52 мг/л и 7,87 мг/л соответственно.

В результате исследований было установлено, что в группе №1 масса тела молоди увеличилась на 5,99%, длина – на 4,92%, тогда как коэффициент упитанности по Фультону снизился на 8,18%. В группе №2 прирост массы был более выраженным (18,03%), при умеренном увеличении длины (4,19%) и меньшем снижении коэффициента упитанности (4,1%).

Анализ аминокислотного состава мышечной ткани выявил значительные различия между исследуемыми группами. Концентрация аргинина в мышцах молоди раков из группы №1 значительно превышала показатели в группе №2. Суммарная концентрация глутаминовой кислоты и глутамина также была выше в неоптимальных условиях. Эти изменения, вероятнее всего, свидетельствуют о метаболической адаптации к стрессовым условиям, особенно при температурах, близких к нижней оптимальной границе вида.

Таким образом, в ходе эксперимента установлено, что температура воды 26-27°С способствуют более высоким темпам роста и выживаемости молоди, в то время как 22-23°С вызывают изменения в физиологическом статусе *C. quadricarinatus*.

Заключение. Проведенное исследование выявило различия в рыбоводно-биологических и физиологических показателях молоди *C. quadricarinatus*, содержащихся в различных температурных условиях. При средней температу-

ре 26,96°C наблюдался максимальный прирост массы (18,03%) и длины тела (4,19%), тогда как при температуре 22,26°C эти показатели были значительно ниже (5,99% и 4,92% соответственно). Хотя выживаемость оставалась высокой (95-100%) в обоих случаях, снижение коэффициента упитанности на 8,18% при более низкой температуре свидетельствует о стрессовом воздействии этого фактора на организм гидробионтов.

Аминокислотный анализ показал повышенное содержание аргинина (5,315%) и глутаминовой кислоты (4,221%) у особей, содержащихся при температуре 22-23°C, что указывает на активацию компенсаторных метаболических механизмов. Эти данные, вероятно, свидетельствуют о высокой возможной адаптивности рассматриваемого вида к изменяющимся условиям среды.

Полученные результаты имеют важное прикладное значение для дальнейшего развития аквакультуры ракообразных (астацикультуры) в климатических условиях Российской Федерации.

Ключевые слова: аквакультура; *Cherax quadricarinatus*; австралийский красноклешневый рак; биотехнология; темпы роста; ракообразные

Для цитирования. Ковальчук, Д. Ю., Ольшевская, А. В., Шевченко, В. Н., Саркисян, Д. С., Чолутаева, Э. Э., Теплякова, С. В., Одабашян, М. Ю., & Дмитриенко, Т. С. (2025). Оценка темпов роста молоди австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 791-809. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1583>

Introduction

Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) is a promising species for aquaculture, characterized by a high growth rate and good survival compared to other cultivated crustaceans (shrimp, crabs). The species in question is a representative of a tropical faunal complex, whose natural habitat is the rivers and streams of Northern Australia [15].

The optimal temperature for keeping *C. quadricarinatus* is considered to be 28 °C [16]. However, in conditions of aquaculture (especially when grown in ponds), crustaceans can experience sudden changes in water temperature, including diurnal changes, which can negatively affect the physiological state of aquatic organisms, the success of cultivation and resistance to infectious and invasive agents [15].

The study of the fish-breeding and biological features of the Australian redclaw crayfish in various temperature conditions is of considerable interest from the point of view of developing sustainable biotechnologies for cultivation in

the southern regions of the Russian Federation. The tropical origin of *C. quadricarinatus* necessitates the creation of optimal temperature conditions close to the natural environment to ensure the normal functioning of crustaceans and maximum productivity in aquaculture [12].

In most studies devoted to the development and improvement of *C. quadricarinatus* biotechnology, researchers determine the biological temperature optimum at which aquatic organisms are successfully contained and reproduced. However, for commercial aquaculture conditions, it is important to determine the technological temperature optimum at which commercial cultivation of *C. quadricarinatus* will be characterized by maximum efficiency in terms of heat transfer costs, feeding, etc. [3; 12; 14].

Thus, the study of the growth rates and other fish-breeding, biological and physiological characteristics of *C. quadricarinatus* under different temperature conditions is an important step in the development of technologies for growing this object in aquaculture.

Purpose. The aim of the work was to study the main fish-breeding, biological and physiological parameters of juvenile *C. quadricarinatus* when they are kept in different temperature conditions.

Materials and methods

The work was carried out in the research laboratory “Agrobiotechnology Center” and the laboratory of Industrial aquaculture of the Don State Technical University (DSTU) (Rostov-on-Don). The study was approved by the Local Independent Ethics Committee of DSTU. During the experiments, the recommendations on humane and ethical treatment of laboratory animals were followed, including the Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council dated September 22, 2010 “On the Protection of Animals Used for Scientific Purposes”.

Clinically healthy individuals of the Australian redclaw crayfish *C. quadricarinatus* aged 73 days were used for the study. A total of 40 specimens were involved in the experiment, which were distributed into two containers of 20 specimens each, based on their average size to form a homogeneous size group. The average individual weight of individuals in group № 1 was 14.70 ± 4.04 g, length – 8.13 ± 0.76 cm. The average weight of experimental individuals in group № 2 was 6.38 ± 1.19 g, length – 6.20 ± 0.44 cm. Group № 1 was kept at an average temperature of 22–23 °C, group № 2 – 26–27 °C.

The individuals were placed in polypropylene containers with overall dimensions of 74x57x41 cm with a water column height of 25 cm. Each tank was

equipped with a combined Aquael Turbo Filter 1000 filter with a capacity of 1000 l/h (Aquael Sp., Poland), which provides mechanical and biological purification of recycled water. The necessary temperature conditions were ensured using Protemp S 50 W thermoregulators (JBL, Germany). Saturation of water with oxygen (O_2) was carried out using a single-channel Aquael Mini boost 100 compressor (Aquael Sp., Poland).

Every 7 days of the experiment, a partial 30 % water change was performed in each tank. Tap water was used for substitution, previously prepared by settling (at least 72 hours) to remove chlorine, as well as disinfection with ultraviolet radiation (wavelength 250 nm) in order to destroy pathogenic microorganisms.

Shelters were placed in each container to reduce cannibalism in the amount of 30 pieces/container. Cylindrical structures made of polyvinyl chloride (PVC) with a diameter of 3 cm and a length of 8 cm were used as shelters.

The 28-day experiment was accompanied by daily monitoring of the main physico-chemical parameters of water: temperature (t , °C) and concentration of dissolved oxygen (O_2 , mg/l). The measurements were carried out using an Anion-7040 oximeter (scientific Industrial Enterprise “Infrapak-Analyte”, Russian Federation), which provides measurement accuracy of ± 0.1 °C for temperature and ± 0.01 mg/l for oxygen. Comprehensive hydrochemical analysis was performed at 7-day intervals using the Nilpa Pro test system (Nilpa, Russian Federation). Water acidity (pH), total water hardness (GH), carbonate hardness (KH), ammonium ions (NH_3/NH_4^+), nitrites (NO_2^-), nitrates (NO_3^-), phosphates (PO_4) were measured.

The crayfish's diet consisted of frozen common beans, which were fed in the morning, and frozen larvae of ringworm mosquitoes (family Chironomidae), which were fed in the evening. The daily feeding rate was 6 % of the total weight of crayfish.

Control measurements (bonitization) were performed on a weekly basis. During the measurements, the individual weight of each individual (m, g) was recorded on a BEL LG-2202i II accuracy class laboratory scale (ChangZhou XingYun Electronic Equipment Co., China), and the total body length (L, mm) was determined using a caliper (measurement error ± 0.03 mm).

To assess changes in fish-breeding and biological indicators, the following indicators were calculated:

– Fulton's fatness coefficient (Q_F , c.u.) according to the formula:

$$QF = \frac{m * 100}{l^3}$$

– individual weight gain (WGi, g) using the formula:

$$WGi = m_1 - m_0$$

– survival rate (S, %) was estimated using the formula:

$$S = 100 * \frac{N_1}{N_0}$$

– specific growth rate by weight (SGR_w, %/day) was estimated in accordance with the formula:

$$SGRw = 100 * \frac{\ln(m_1) - \ln(m_0)}{t}$$

– specific growth rate in length (SGRL, %/day) was calculated using the formula:

$$SGRL = 100 * \frac{\ln(l_1) - \ln(l_0)}{t}$$

where m – average individual weight, g; m₀ – average individual weight at the beginning of the period, g; m₁ – average individual weight at the end of the period, g; l – total length, cm; l₀ – total length at the beginning of the period, cm; l₁ – total length at the end of the period, cm; N₀ – number of individuals at the beginning of the period, specimens; N₁ – number of individuals at the end of the period, specimens; t – duration of the period, days.

The amino acid composition of muscle tissue was analyzed on the 28th day of the experiment. Muscle tissue was selected from the abdomen and chelipeds from 10 specimens. in each group. The analysis was performed by capillary electrophoresis using the Kapel-105M system (Lumex, Russian Federation) according to the methods of measuring the mass fraction of amino acids [5; 9; 10]. The mass fraction of fat in muscle tissue was determined by the method of a filtering dividing funnel according to GOST 23042-2015 (GOST – Russian State Standard).

Results

During the experiment, the main hydrochemical parameters (temperature, pH, concentration of dissolved oxygen, concentration of nitrogenous compounds) corresponded to the reference values for *C. quadricarinatus* [4; 6; 8]. The average values of observations of water quality parameters are presented in Table 1.

Table 1.

The average values of water quality parameters during the experiment

Indicator	Group № 1	Group № 2
ph, c.u.	8.3±0.27	8.2±0.27
KH, c.u.	10.8±0.84	11.6±1.82

GH, c.u.	49.8±3.90	46.2±7.76
NO ₂ ⁻ , mg/l	0.9±1.71	1.4±1.66
NO ₃ ⁻ , mg/l	22.0±32.52	16.0±14.75
NH ₃ /NH ₄ ⁺ , mg/l	0.6±0.55	0.4±0.55
PO ₄ ³⁻ , mg/l	1.4±2.19	2.5±2.40

The average concentration of dissolved oxygen in group № 1 was 7.52 mg/l, while in group № 2 this indicator reached 7.87 mg/l. The water temperature in group № 1 during the experiment averaged 22.26 °C, in group № 2 – 26.06 °C.

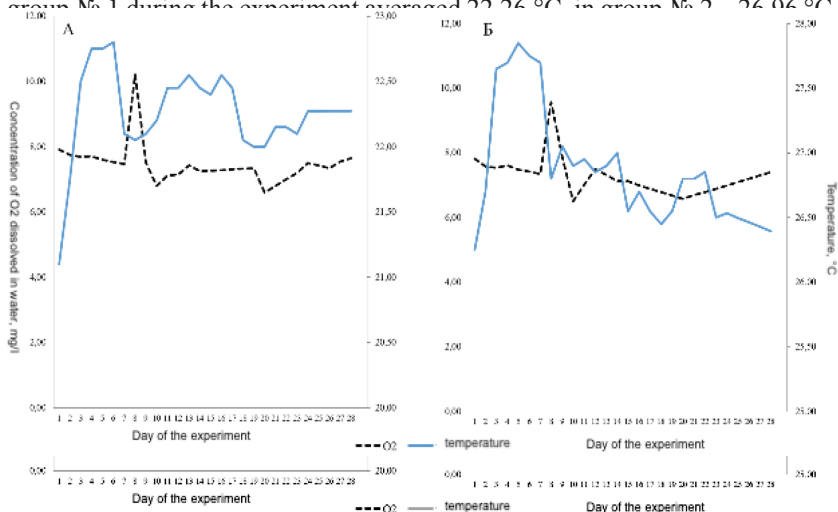


Fig. 1. Dynamics of changes in water temperature (°C) and concentration of oxygen dissolved in water (mg/l) during the experiment:

A) group № 1; B) group № 2.

The results of the study showed that during the 28 days of the experiment in group № 1, *C. quadricarinatus* juveniles increased their body weight by 5.99 % and their length by 4.92 %, while the Fulton's fatness coefficient decreased by 8.18 %.

In group № 2, over the same period, there was a more pronounced weight gain (18.03 %) with a moderate increase in body length (4.19 %) and a smaller decrease in the fatness ratio (4.1 %). The values of fish-biological parameters are presented in Table 2.

A biochemical analysis of the amino acid composition of muscle tissue of juvenile *C. quadricarinatus* revealed differences in the concentrations of a number of proteinogenic amino acids between the experimental groups. The results

are presented in Table 3.

Table 2.

Growth rates of *C. quadricarinatus* juveniles when kept in different temperature conditions

Indicator	Group № 1		Group № 2	
	Beginning of the experiment	End of the experiment	Beginning of the experiment	End of the experiment
m ± SD, g	14.70±4.04	15.58±4.23	6.38±1.19	7.53±1.70
l ± SD, cm	8.13±0.76	8.53±0.76	6.20±0.44	6.46±0.63
Q _F , c.u.	2.69±0.26	2.47±0.27	2.68±0.43	2.79±0.42
WGt, g	-	0.88	-	1.15
SGRw, %/day	-	20	-	57.35
WGl, cm	-	4.02	-	23.16
SGRl, %/day	-	16.66	-	0.26
S, %	100	95	100	100

Footnote: Q_F – Fulton's fatness coefficient, WGt – individual weight gain, SGRw – specific growth rate by weight, WGl – individual gain by length, SGRl – specific growth rate in length, S – survival rate.

Table 3.

Amino acid composition of *C. quadricarinatus* muscle tissue under different temperature conditions

Name of the amino acid	Amino acid content, %	
	group № 1	group № 2
незаменимые аминокислоты		
lysine	1.77±0.6	0.86±0.30
phenylalanine	1.83±0.548	0.48±0.14
leucine (isoleucine)	2.27±0.69	1.54±0.4
methionine	0.24±0.08	0.16±0.05
valine	0.69±0.23	0.51±0.2
threonine	0.71±0.98	0.75±0.3
tryptophan	less than 0.01	less than 0.01
interchangeable amino acids		
arginine	5.31±2.126	0.92±0.36
tyrosine	0.44±0.132	0.55±0.166
histidine	less than 0.01	less than 0.01
proline	0.95±0.25	0.55±0.14
serine	0.45±0.11	0.44±0.11
alanine	0.93±0.24	0.75±0.19
glycine	0.61±0.2	0.49±0.16
glutamic acid+glutamine	4.22±1.68	0.72±0.28
aspartic acid	2.64±1.06	0.25±0.1

cystine	less than 0.01	less than 0.01
---------	----------------	----------------

Among the essential amino acids, the greatest differences between the groups are found for lysine and phenylalanine. So, in group № 2, the lysine content was 51.56 % less than in group № 1, and the phenylalanine content was 73.35 % lower. As for non-essential amino acids, differences in the levels of arginine, glutamic and aspartic acids were revealed, while higher concentrations of these amino acids were observed in individuals from group № 1 who were kept at a reduced water temperature.

The mass fraction of fat in the muscle tissue of individuals from group № 1 was 9.74 ± 0.07 %, from group № 2 – 8.45 ± 0.05 %.

Conclusion

The results of the study demonstrate differences in the fish-biological and physiological parameters of juvenile *C. quadricarinatus*, when they are kept in different temperature conditions. A comparison of two temperature regimes (26-27 °C and 22-23 °C) showed that a higher temperature promotes accelerated growth of experimental individuals. In the temperature range of 26-27 °C, there was a more pronounced increase in the average individual weight of individuals (+18.03 % of the initial) with a moderate increase in body length (4.19 %). In the temperature range of 22-23 °C, the increase in the individual weight of experimental individuals was 5.99 %, and in length – 4.92 %. The results obtained confirm the limiting value of the temperature factor in commercial cultivation of *C. quadricarinatus*.

The survival rate of juveniles in both cases remained high (95-100 %), which indicates the high adaptability of *C. quadricarinatus* to various environmental conditions. However, a decrease in the Fulton's fatness coefficient by 8.18 % in the temperature range of 22-23 °C indicates a possible stress effect that could affect the energy metabolism in the body of experimental individuals.

Of particular interest are the amino acid analysis data, which revealed differences in metabolic processes between the groups. The crayfish kept at a low temperature had an increased content of arginine and glutamic acid. This may be due to the activation of compensatory mechanisms aimed at maintaining energy balance and synthesis of stress proteins. Such changes are consistent with data from other studies, according to which suboptimal temperatures can cause metabolic restructuring in crustaceans, increasing the need for certain amino acids.

Conflict of interest information. The authors declare that they have no conflict of interest.

Sponsorship information. The study was supported by a grant within the

framework of the “Nauka-2030”.

References

1. Arystangalieva, V. A. (2017). *Development of technology for growing planting stock of the Australian red-claw crayfish (Cherax quadricarinatus) in a recirculating aquaculture system*: Candidate of Agricultural Sciences dissertation (Specialty 06.04.01 “Fisheries and Aquaculture”). 132 pp. EDN: <https://elibrary.ru/LHSLEB>
2. Borisov, R. R., Kovacheva, N. P., Artemov, R. V., et al. (2022). Evaluation of the effect of compound feeds with different protein levels on juvenile Australian red-claw crayfish in RAS conditions. *Trudy VNIRO*, 187, 128–137. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-187-128-137>. EDN: <https://elibrary.ru/DTIGNG>
3. Borisov, R. R., Kovacheva, N. P., Akimova, M. Yu., & Parshin Chudin, A. V. (2013). *Biology and cultivation of the Australian red-claw crayfish Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868)*. Moscow: All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. 48 pp. ISBN: 978-5-85382-400-3. EDN: <https://elibrary.ru/UFMCAF>
4. Brianballe, J. (2010). *Guide to aquaculture in recirculating aquaculture systems. Introduction to new ecological and highly productive closed fish farming systems*. Copenhagen. 70 pp. Retrieved from: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library5.pdf>
5. Gumerov, T. Yu., Fakhrazieva, Z. R., & Fedotov, S. A. (2015). Application of spectrophotometric analysis in quantitative determination of total free α -amino acids. *Modern High-Tech Technologies*, (12-2), 219–224. EDN: <https://elibrary.ru/VDWOJF>
6. Zhigin, A. V. (2011). *Closed systems in aquaculture*. Moscow: RSAU-MTAA named after K. A. Timiryazev. 664 pp. ISBN: 978-5-9675-0538-6. EDN: <https://elibrary.ru/QLCKKD>
7. Zhigin, A. V., Arystangalieva, V. A., & Kovacheva, N. P. (2017). Influence of water temperature on growth and survival of Australian red-claw crayfish. In *Natural Resources, Their Current State, Protection, Commercial and Technical Use: Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 75th Anniversary of Fisheries Education in Kamchatka* (April 12–14, 2017), Part I (pp. 86–89). Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka State Technical University.
8. Klimova, A. M. (2020). Hydrochemical regime in recirculating aquaculture systems. In *Problems of Biology, Animal Science, and Biotechnology: Proceedings of the Scientific and Practical Conference of the Scientific Society of Students and Postgraduates of the Biological and Technological Faculty* (Novosibirsk, Decem-

- ber 9–14, 2019) (pp. 52–6 Newton). Novosibirsk: Publishing Center of Novosibirsk State Agricultural University “Golden Ear”. EDN: <https://elibrary.ru/WPYIJV>
9. Komarova, N. V., & Kamencev, Ya. S. (2006). *Practical guide to using capillary electrophoresis systems “KAPEL”*. Saint Petersburg: LLC “Veda”. 212 pp.
 10. Rudenko, A. O., Kartsova, L. A., & Snarskiy, S. I. (2019). Determination of major amino acids in complex biological samples by reversed-phase HPLC with formation of phenylthiocarbamyl derivatives. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protsessy*, 10(2). Retrieved from: <https://journals.vsu.ru/sorpchrom/article/view/2041>
 11. Rudoi, D. V., Olshevskaya, A. V., Shevchenko, V. N., Golovko, L. S., & Ogani-syan, M. M. (2025). Growth rates of female Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* von Martens, 1868 in RAS during adaptation to industrial conditions. *Problems of Ecology and Nature Conservation in Technogenic Regions*, (2), 69–77. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15088819>. EDN: <https://elibrary.ru/WGUUVS>
 12. Shokasheva, D. (2018). Growth of juvenile Australian crayfish *Cherax quadricarinatus* in industrial conditions depending on environmental temperature. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*, (2), 98–103. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2018-2-98-103>. EDN: <https://elibrary.ru/URVQWL>
 13. Gherardi, F. (2007). Biological invasions in inland waters: An overview. In F. Gherardi (Ed.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats* (Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology, Vol. 2). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8_1
 14. Jones, C. M. (1989). *The biology and aquaculture potential of Cherax quadricarinatus*. Walkamin, Q, Australia: Queensland Department of Primary Industries and Fisheries Branch, Research Station. 116 pp.
 15. Meade, M. E., Mirera, D. O., & Mungai, P. W. (2002). 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*, 33(2), 188–198.
 16. Stickney, R. R. (Ed.). (2000). *Encyclopedia of Aquaculture*. New York: John Wiley and Sons. 1063 pp.

Список литературы

1. Арыстангалиева, В. А. (2017). *Разработка технологии выращивания посадочного материала австралийского красноклешневого рака (Cherax quadricarinatus) в установке с замкнутым водоиспользованием*: дис. ...

- канд. с.-х. наук: 06.04.01 «Рыбное хозяйство и аквакультура». 132 с. EDN: <https://elibrary.ru/LHSLEB>
2. Борисов, Р. Р., Ковачева, Н. П., Артемов, Р. В., и др. (2022). Оценка эффекта применения комбикормов с различным уровнем белка для молоди австралийского красноклешневого рака в условиях УЗВ. *Труды ВНИРО*, 187, 128–137. DOI: <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-187-128-137>. EDN: <https://elibrary.ru/DTIGNG>
 3. Борисов, Р. Р., Ковачева, Н. П., Акимова, М. Ю., & Паршин-Чудин, А. В. (2013). *Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868)*. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. 48 с. ISBN: 978-5-85382-400-3. EDN: <https://elibrary.ru/UFMCAF>
 4. Брайнбалле, Я. (2010). *Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы*. Копенгаген. 70 с. URL: <http://aquacultura.org/upload/files/pdf/library-5.pdf>
 5. Гумеров, Т. Ю., Фахразиева, З. Р., & Федотов, С. А. (2015). Применение спектрофотометрического метода анализа в количественном определении суммы свободных α -аминокислот. *Современные наукоёмкие технологии*, (12-2), 219–224. EDN: <https://elibrary.ru/VDWOJF>
 6. Жигин, А. В. (2011). *Замкнутые системы в аквакультуре*. Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. 664 с. ISBN: 978-5-9675-0538-6. EDN: <https://elibrary.ru/QLCCKD>
 7. Жигин, А. В., Арыстангалиева, В. А., & Ковачева, Н. П. (2017). Влияние температуры воды на рост и выживаемость австралийских красноклешневых раков. В: *Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.)*, ч. I (с. 86–89). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ.
 8. Климова, А. М. (2020). Гидрохимический режим в установках замкнутого водоснабжения. В: *Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. науч.-практ. конф. науч. общества студентов и аспирантов биолого-технол. факультета (Новосибирск, 9–14 декабря 2019 г.)*, с. 52–60. Новосибирск: Изд. центр Новосибирского гос. аграрного ун-та «Золотой колос». EDN: <https://elibrary.ru/WPYIJV>
 9. Комарова, Н. В., & Каменцев, Я. С. (2006). *Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ»*. Санкт-Петербург: ООО «Веда». 212 с.

10. Руденко, А. О., Карцова, Л. А., & Снарский, С. И. (2019). Определение важнейших аминокислот в сложных объектах биологического происхождения методом обращённо-фазовой ВЭЖХ с получением фенилтиогидантоинов аминокислот. *Сорбционные и хроматографические процессы*, 10(2). URL: <https://journals.vsu.ru/sorpchrom/article/view/2041>
11. Рудой, Д. В., Ольшевская, А. В., Шевченко, В. Н., Головки, Л. С., & Оганисян, М. М. (2025). Темпы роста самок австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* Von Martens, 1868 в УЗВ в период адаптации к индустриальным условиям. *Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона*, (2), 69–77. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15088819>. EDN: <https://elibrary.ru/WGUUVS>
12. Шокашева, Д. (2018). Рост молоди австралийского рака *Cherax quadricarinatus* в индустриальных условиях в зависимости от температуры среды. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, (2), 98–103. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2018-2-98-103>. EDN: <https://elibrary.ru/URVQWL>
13. Gherardi, F. (2007). Biological invasions in inland waters: an overview. B: Gherardi, F. (Ed.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats* (Invading Nature — Springer Series in Invasion Ecology, vol. 2). Dordrecht: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6029-8_1
14. Jones, C. M. (1989). *The biology and aquaculture potential of Cherax quadricarinatus*. Walkamin, Q, Australia: Queensland Department of Primary Industries and Fisheries Branch, Research Station. 116 p.
15. Meade, M. E., Mirera, D. O., & Mungai, P. W. (2002). 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*, 33(2), 188–198.
16. Stickney, R. R. (Ed.). (2000). *Encyclopedia of Aquaculture*. New York: John Wiley and Sons. 1063 p.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors contributed equally to this article.

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

DATA ABOUT THE AUTHORS

Daniil Yu. Kovalchuk, Student

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

cool.d4niil@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8670-9307>

Anastasiya V. Olshevskaya, Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”, Deputy Dean for Strategic and Digital Development of the Faculty “Agribusiness”, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

olshevskaya.av@gs.donstu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-3938>

Scopus Author ID: 57204675629

SPIN-code: 8026-6860

Victoria N. Shevchenko, Candidate of Biological Sciences, Deputy Dean of the Faculty “Agribusiness”, Senior Researcher of the Research laboratory “Agrobiotechnology Center”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

vikakhorosheltseva@gmail.com

SPIN-code: 8026-6860

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5001-4959>

Diana S. Sarkisyan, Student

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

dengorden00@mail.ru

SPIN-code: 8500-8112

Enkrina E. Cholutaeva, Student

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

cholutaevaa@mail.ru

Svetlana V. Teplyakova, Candidate of Technical Sciences, Deputy Dean of the

Faculty “Agribusiness”, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”, Senior Researcher of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”
Don State Technical University
1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation
teplyakova.sv@gs.donstu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4245-1523>
Scopus Author ID: 57214222442
SPIN-code: 5088-2149

Mary Yu. Odabashyan, Candidate of Biological Sciences, Deputy Dean of the Faculty “Agribusiness”, Senior Researcher of the Center for Agrobioengineering of Essential Oil and Medicinal Plants, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”
Don State Technical University
1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation
modabashyan@donstu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3371-0098>
Scopus Author ID: 58078886200
SPIN-code: 5866-4856

Tatiana S. Dmitrienko, Engineer of the Laboratory “Biochemical and Spectral Analysis of Food Products”
Don State Technical University
1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation
taniadmitrienko666@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0385-797X>
SPIN-code: 7273-2799

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Ковальчук Даниил Юрьевич, студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
cool.d4niil@yandex.ru

Ольшевская Анастасия Владимировна, канд. техн. наук, заместитель

декана по стратегическому и цифровому развитию факультета «Агропромышленный», заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона», доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
olshevskaya.av@gs.donstu.ru*

Шевченко Виктория Николаевна, канд. биол. наук, заместитель декана факультета «Агропромышленный», старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Центр агробиотехнологии»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
vikakhorosheltseva@gmail.com*

Саркисян Диана Славиковна, студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
dengorden00@mail.ru*

Чолутаева Энкрина Эренценовна, студент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
cholutaevaa@mail.ru*

Теплякова Светлана Викторовна, канд. техн. наук, заместитель декана факультета «Агропромышленный», доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса», старший научный сотрудник Центра развития территори-

ального кластера «Долина Дона»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
teplyakova.sv@gs.donstu.ru*

Одабашян Мэри Юрьевна, канд. биол. наук, заместитель декана факультета «Агропромышленный», старший научный сотрудник Центра агробиотехнологии эфиромасличных и лекарственных растений, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
modabashyan@donstu.ru*

Дмитриенко Татьяна Сергеевна, инженер лаборатории «Биохимический и спектральный анализ пищевых продуктов»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
taniadmitrienko666@gmail.com*

Поступила 07.07.2025

После рецензирования 30.08.2025

Принята 11.09.2025

Received 07.07.2025

Revised 30.08.2025

Accepted 11.09.2025